

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENJADWALAN WAKTU PELAKSANAAN
PEMBANGUNAN JALUR GANDA KERETA API LINTAS
KROYA-KUTOARJO DENGAN METODE PERT**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



Taris Thantowi Valino

13511144

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

2020

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENJADWALAN WAKTU PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JALUR GANDA KERETA API LINTAS KROYA-KUTOARJO DENGAN METODE PERT

(ANALYSIS OF DEVELOPMENT SCHEDULE OF DOUBLE
TRACK RAILROAD CROSS KROYA-KUTOARDJO WITH PERT
METHOD)



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 02 November 2020

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing I



Adityawan Sigit, S.T., M.T.
NIK: 155110108

Penguji I



Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 005110101

Penguji II



Vendie Abma, S.T., M.T.
NIK: 155111310

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang telah saya susun sebagai syarat untuk memperoleh derajat Sarjana Strata Satu (S1) 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, 21 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,



Taris Thantowi Valino
(13511144)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua serta tidak lupa sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membukakan pintu bagi umat Islam menuju peradaban yang lebih baik melalui ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Penjadwalan Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo Dengan Metode PERT*. Tugas akhir ini merupakan persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini terjadi berbagai hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir. M.T., selaku Ketua Jurusan Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Adityawan Sigit S.T. M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Ibu, adik dan papa saya yang telah berkorban begitu banyak dalam hal apapun demi memberikan dukungan, saran dan semangat kepada penulis yang sangat membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Segenap keluarga besar saya yang juga senantiasa selalu memberikan dukungan positif dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Adik Elva Dwiyani sebagai *special partner*, teman tempat saling bertukar pikiran dan teman seperjuangan yang juga tak kenal lelah memberi semangat.
6. Pengawas proyek PT. Calista Perkasa Mulia yang telah mengizinkan untuk mengambil data dan memberikan pengalaman serta pengetahuan yang banyak pada saat proses pengambilan data.

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala kritik maupun saran selalu penulis harapkan dengan tujuan penyempurnaan Laporan Tugas Akhir. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin Allahumma Aamiin.

Yogyakarta, 21 Oktober 2020

Penulis,



Taris Thantowi Valino

13511144

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
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 Terdahulu	4
2.2 Perbedaan Penelitian yang Dilakukan	5
2.3 Keaslian Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1 Manajemen	9
3.2 Proyek	9
3.3 Manajemen Proyek	9
3.4 Waktu Proyek	11
3.4.1 Bagan Balok (<i>Bar Chart</i>)	12
3.4.2 Kurva-S atau <i>S-Curve</i>	13
3.4.3 Network Diagram	13
3.5 Metode PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	15

3.6 Penggunaan <i>Microsoft Project</i>	33
3.6.1 <i>Microsoft Project</i>	33
3.6.2 Durasi dan Penjadwalan Proyek	34
BAB IV METODE PENELITIAN	36
4.1 Objek dan Subjek Penelitian	36
4.2 Teknik Pengumpulan Data	36
4.3 Variabel Penelitian	36
4.4 Teknik Pengolah Data	37
4.5 Alokasi Penelitian	38
4.6 Tahapan Penelitian	39
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	41
5.1 Data Penelitian	41
5.2 Analisis Durasi yang Diharapkan (TE)	43
5.2.1 Durasi yang diharapkan (TE) Pada Item Pekerjaan	43
5.3 Analisis Penjadwalan Proyek	47
5.3.1 Analisis Penjadwalan menggunakan <i>Microsoft Project</i>	47
5.3.2 Hubungan Ketergantungan Pekerjaan	50
5.3.3 Menghitung Nilai ES, LS, EF, LF	54
5.3.4 Menentukan Lintasan Kritis	56
5.3.5 Analisis Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan	57
5.4 Analisis Target Jadwal Penyelesaian (TD)	61
5.5 Pembahasan	62
5.5.1 Perbandingan Jadwal <i>Existing</i> dengan <i>Reschedule</i>	64
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	65
6.1 Kesimpulan	65
6.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1	Kegiatan A dan B dengan te sama besar = 6	23
Tabel 3.2	Tabulasi S dan V	26
Tabel 3.3	Jalur kritis dan subkritis	31
Tabel 3.4	Perbandingan PERT versus CPM untuk beberapa fenomena	32
Tabel 5.1	Data durasi Optimis (a), Pesimis (b), Paling Mungkin (m)	41
Tabel 5.2	Rekapitulasi Durasi yang Diharapkan (TE) pada Item Pekerjaan	45
Tabel 5.3	Rangkaian Kegiatan dan Durasi Pekerjaan	51
Tabel 5.4	Perhitungan Nilai ES, LS, EF, LF	54
Tabel 5.5	Pekerjaan Pada Lintasan Kritis	57
Tabel 5.6	Rekapitulasi Nilai Deviasi Standar Dan Varians Pekerjaan	59
Tabel 5.7	<i>Apendix I</i> Distribusi Normal Kumulatif Z	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Project Management Process</i>	10
Gambar 3.2	Orientasi ke peristiwa vesus ke kegiatan	17
Gambar 3.3	Kurva Distribusi Frekuensi	18
Gambar 3.4	Kurva Distribusi Asimetris (beta) dengan a, m, dan b	19
Gambar 3.5	Kurva Distribusi dengan letak a, b, m dan te	21
Gambar 3.6	Derajat ketidakpastian berbeda meskipun memiliki angka te yang sama besarnya	24
Gambar 3.7	Kurva distribusi untuk peristiwa/kejadian, disebut kurva distribusi normal dan berbentuk genta	25
Gambar 3.8	Jaringan Kerja dengan te dan v pada masing-masing kegiatan sesuai Tabel 3.2	26
Gambar 3.9	Mengkaji peristiwa selesainya proyek dan kurva distribusi yang bersangkutan	28
Gambar 3.10	Jaringan kerja dengan jalur kritis dan subkritis	31
Gambar 3.11	Mengkaji Peristiwa Selesainya Proyek dan Kurva Distribusi yang Bersangkutan	31
Gambar 4.1	Alokasi Penelitian	38
Gambar 4.2	Diagram Alir Tahapan Penelitian	39
Gambar 5.1	Pekerjaan Pada <i>Microsoft Project</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Time Schedule</i>	68
Lampiran 2	<i>Network Diagram PERT</i>	69
Lampiran 3	ES, LS, EF, LF	70
Lampiran 4	Surat Keterangan Responden	71



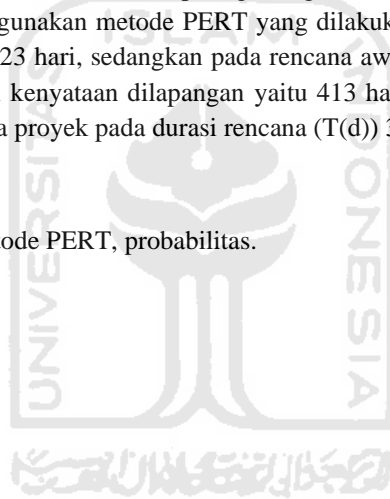
ABSTRAK

Pada perencanaan sebuah proyek, perlu adanya penjadwalan kegiatan yang dapat menjadi pedoman oleh pelaksana dalam melaksanakan kegiatannya dilapangan, ini menunjukkan bahwa penjadwalan sangat berpengaruh pada pelaksanaan sebuah proyek. Penjadwalan proyek yang bagus dapat membuat sebuah proyek berjalan secara efektif dan efisien, namun kenyataannya dilapangan tidak selalu sama dengan apa yang direncanakan. Dalam hal ini, dapat dilihat pada pelaksanaan Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo.

Dalam proses Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo terjadi keterlambatan yang disebabkan beberapa faktor di lapangan, sehingga terjadinya keterlambatan sebesar 49 hari yang pada awalnya di rencanakan untuk selesai dalam 364 hari namun pada lapangan proyek tersebut selesai dalam 413 hari. Karena hal ini terjadi maka dilakukan analisis pada penjadwalan proyek menggunakan metode PERT untuk menentukan apakah jadwal rencana telah tepat dalam memperkirakan durasi proyek. Metode PERT menggunakan 3 variabel yaitu waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu paling mungkin (m).

Dari hasil analisis menggunakan metode PERT yang dilakukan, telah didapat waktu untuk menyelesaikan proyek adalah 323 hari, sedangkan pada rencana awal adalah 364 hari, yang mana durasi tersebut lebih cepat, tapi kenyataan dilapangan yaitu 413 hari dikarenakan kendala teknis. Sehingga probabilitas selesainya proyek pada durasi rencana (T(d)) 364 hari adalah 27,01%.

Kata Kunci : penjadwalan, metode PERT, probabilitas.



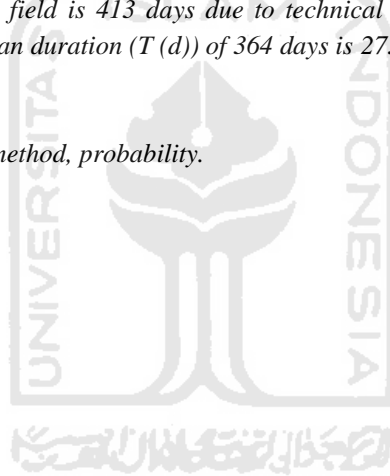
ABSTRACT

In planning a project, it is necessary to have an activity schedule that can be used as a guide for executors in carrying out their activities in the field, this shows that scheduling is very influential on the implementation of a project. Good project scheduling can make a project run effectively and efficiently, but in reality the field is not always the same as what was planned. In this case, it can be seen in the implementation of the Kroya-Kutoardjo Railway Double Track Development.

In the construction process of the Kroya-Kutoardjo double track railway, there was a delay due to several factors in the field, resulting in a delay of 49 days which was originally planned to be completed in 364 days but in the field the project was completed in 413 days. Because this happens, an analysis is carried out on the project scheduling using the PERT method to determine whether the planned schedule is correct in estimating the project duration. The PERT method uses 3 variables, namely optimistic time (a), pessimistic time (b), and most likely time (m).

From the results of the analysis using the PERT method, it was found that the time to complete the project was 323 days, while in the initial plan it was 364 days, which is the shorter duration, but the reality in the field is 413 days due to technical problems. So that the project completion probability in the plan duration (T (d)) of 364 days is 27.01%.

Keywords : scheduling, PERT method, probability.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberhasilan atau kegagalan dari pelaksanaan pekerjaan proyek sering kali disebabkan kurang terencananya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien, hal ini mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Demi kelancaran sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Bidang manajemen proyek tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia industri modern untuk mengkoordinir dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks.

Manajemen proyek mempunyai sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal serta biaya yang telah ditentukan. Suatu perencanaan diperlukan dan digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu dan biaya yang efisien. Oleh karena itu, perencanaan yang sangat tepat diperlukan pada saat dimana tingkat kepastian begitu tinggi sehingga penjadwalan suatu proyek sangat penting sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu dan biaya yang efisien.

Metode PERT adalah salah satu alat manajemen dalam menentukan penjadwalan dari suatu proyek dengan memperkirakan tingkat probabilitas. Metode PERT memperkirakan tiga waktu yakni waktu optimis, waktu pesimis dan waktu paling mungkin/realistis. Tingkat ketepatan estimasi waktu penyelesaian proyek ditentukan oleh tingkat ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan di dalam proyek.

Selain ketepatan perkiraan waktu, penegasan hubungan antar kegiatan suatu proyek juga diperlukan untuk perencanaan suatu proyek. Dalam mengestimasi waktu di sebuah proyek maka diperlukan optimalisasi. Sejauh ini masih sangat jarang yang menggunakan metode *PERT* untuk penjadwalan proyek jalur kereta api.

Oleh karena itu, untuk menambah wawasan tentang penjadwalan menggunakan *PERT* peneliti mengambil topik yang berkenaan dengan manajemen waktu pada pekerjaan struktur yang berjudul “Analisis Penjadwalan Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo Dengan Metode *PERT*”.

1.2 Rumusan Masalah

Ditinjau dari uraian latar belakang diatas, maka dapat ditarik perumusan masalah sebagai berikut.

1. Berapa durasi pada Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo dengan metode *PERT*?
2. Bagaimana perbandingan dari waktu pada *time schedule* proyek dan waktu dari analisa metode *PERT* di Proyek Pembangunan Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk.

1. Mengetahui durasi pada Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo dengan metode *PERT*.
2. Mengetahui perbandingan waktu pelaksanaan antara jadwal yang sudah ada dengan waktu pelaksanaan pada metode *PERT*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam mengetahui efisiensi dalam *time schedule* yang direncanakan pada Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo.
2. Hasil dari penelitian dapat digunakan sebagai acuan dasar untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

3. Penelitian sebagai bentuk usaha dalam merealisasikan ilmu yang diperoleh selama masa kuliah di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

1.5 Batasan Penelitian

Agar pembahasan yang akan dilakukan lebih terarah, tidak terlalu luas serta tidak menyimpang dari permasalahan maka penelitian ini diberi batasan masalah sebagai berikut.

1. Kasus proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo yang akan diteliti ini dibuat berdasarkan proyek yang telah selesai dikerjakan.
2. Analisis penjadwalan menggunakan metode *PERT (Program Evaluation and Review Technique)* hanya berhubungan dengan waktu dan tidak dengan biaya.
3. Penelitian ini hanya pada pekerjaan struktur.
4. Data penelitian diperoleh dari pihak kontraktor proyek berupa *time schedule* struktur rencana proyek, wawancara durasi optimis, durasi pesimis dan durasi yang paling memungkinkan pelaksanaan proyek.
5. Rumus-rumus yang digunakan hanya diterapkan rumus praktis dan tidak membahas penurunan rumus-rumus tersebut.
6. Analisis data dilakukan menggunakan program *Microsoft Excel* dan *Microsoft Project*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai studi perbandingan penjadwalan pada proyek telah banyak dilakukan oleh akademisi sebelumnya dan dapat dijadikan referensi sebagai bahan pertimbangan dalam studi perbandingan penjadwalan yang akan dilakukan.

Fadilla (2016) meneliti tentang Evaluasi Waktu Pekerjaan dengan menerapkan metode PERT (Program Evaluation and Review Technique). Terbatasnya sumber daya yang tersedia akan menyebabkan keterlambatan pada durasi proyek. Memperpendek durasi proyek terhadap durasi normalnya memerlukan peningkatan sumber daya seperti tenaga kerja, material dan lain sebagainya. Optimalisasi perlu dilakukan untuk memperpendek durasi proyek dengan pengeluaran biaya seminimal mungkin. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dengan mengendalikan biaya dan waktu dengan menggunakan metode PERT, paling cepat dapat diselesaikan selama 85 hari dengan kemungkinan 0,20 %, paling lambat dapat diselesaikan selama 104 hari dengan kemungkinan 99,91 %, paling mungkin diselesaikan selama 94 hari dengan kemungkinan 50 %.

Rizkhon (2009) melakukan penelitian tentang Manajemen Penjadwalan Proyek. Dari hasil analisis penelitian diperoleh bahwa dengan metode PERT penyelesaian proyek memiliki waktu dan biaya yang sama dengan waktu penyelesaian proyek dengan menggunakan *MathCad*. Waktu penyelesaian proyek pembangunan RUSUNAWA UNNES diperoleh waktu 210 hari dan diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp.131.328.690,00 dari biaya total pekerja Rp.1.050.629.520,00 sehingga diperoleh biaya keseluruhan yang meliputi biaya total pekerja dan biaya alat dan bahan menjadi Rp. 8.937.451.310,00. Adapun aktivitas kritisnya meliputi pekerjaan persiapan tahap I (X1), pekerjaan persiapan tahap II (X4), *dummy activity* (X14), pekerjaan arsitektur (X7). Meskipun hasil

analisis penelitian dengan metode PERT dan *MathCad* penyelesaian proyek memiliki waktu yang lebih cepat dan biaya yang lebih kecil dari perhitungan PT.PADIMUN GOLDEN akan tetapi hasil teoritis dari metode PERT dan *MathCad* mungkin belum sesuai dengan fakta riil yang ada jadi masih terdapat beberapa batasan-batasan konkret seperti kendala cuaca, hari libur, dll. Dengan hasil analisis penelitian ini yang memiliki waktu dan biaya yang lebih optimum dengan mengabaikan kendala dan batasan-batasan konkret, sebagai alternatif perhitungan PT.PADIMUN GOLDEN dapat mempertimbangkan untuk menggunakan metode PERT dan *MathCad* dalam menganalisis manajemen penjadwalan proyek pembangunan sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.

Selanjutnya penelitian tentang Evaluasi Penjadwalan Proyek dilakukan oleh Nur Rahayu (2018). Metode penjadwalan yang handal dalam pengerjaan sebuah proyek sangat penting dilakukan untuk mengetahui waktu penyelesaian proyek yang optimal sehingga tidak mengalami keterlambatan. Dengan mengetahui penjadwalan yang handal dan optimal, maka perusahaan dapat terhindar dari keterlambatan penyelesaian proyek yang berdampak pada kegiatan operasional pada semua kegiatan. Tujuan dalam penelitian ini adalah merencanakan penjadwalan proyek konstruksi dan menghitung durasi penyelesaian pekerjaan dengan menggunakan metode PERT untuk mengetahui tingkat keberhasilan proyek dan *buffer time*, pada salah satu proyeknya yaitu pembangunan pabrik PT. Daya Kobelco. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa proyek dapat diselesaikan dengan durasi waktu 274 hari. Jika proyek ini diselesaikan selama kurang dari 240 hari (sesuai target manajemen), maka presentase keberhasilannya hanya sebesar 0,0026%. Apabila harapan dari manajemen target keberhasilan proyek selesai dengan tepat waktu minimal sebesar 95%, maka pihak manajemen harus menyediakan *buffer time* proyek selama 50 hari, sehingga proyek dapat diselesaikan dalam waktu 290 hari.

2.2 Perbedaan Penelitian Yang Dilakukan

Dari tinjauan pustaka diatas, maka diperoleh rincian yang dapat dilihat di Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
(Fadilla, 2016)	Optimalisasi untuk memperpendek durasi proyek dengan pengeluaran biaya seminimal mungkin	Proyek Pembangunan Asrama LPTQ Paya Peunaga	Metode PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	Proyek paling cepat dapat diselesaikan selama 85 hari dengan kemungkinan 0,20 %, paling lambat dapat diselesaikan selama 104 hari dengan kemungkinan 99,91 %, paling mungkin diselesaikan selama 94 hari dengan kemungkinan 50 %.
(Rizkhon M. F., 2009)	Menganalisis optimalisasi waktu dan biaya penyelesaian proyek	Proyek Pembangunan RUSUNAWA UNNES	Metode PERT Dan <i>MathCad</i>	Diperoleh waktu 210 hari dan diperoleh penghematan tenaga kerja yaitu Rp 131.328.690,00 dari biaya total pekerja Rp 1.050.629.520,00 sehingga diperoleh biaya keseluruhan yang meliputi biaya total pekerja dan biaya alat dan bahan menjadi Rp 8.937.451.310,00

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

(Nur Rahayu, 2018)	Merencanakan penjadwalan proyek konstruksi dan menghitung durasi penyelesaian pekerjaan dengan menggunakan metode PERT untuk mengetahui tingkat keberhasilan proyek dan <i>buffer time</i>	Proyek Pembuatan Pabrik PT. DAYA KOBELCO	Metode PERT	Diperoleh durasi waktu 274 hari. Jika proyek ini diselesaikan selama kurang dari 240 hari (sesuai target manajemen), maka prosentase keberhasilannya hanya sebesar 0,0026%. Target keberhasilan proyek selesai tepat waktu minimal sebesar 95%, maka pihak manajemen harus menyediakan <i>buffer time</i> proyek selama 50 hari, sehingga proyek dapat diselesaikan dalam waktu 290 hari.
--------------------	--	--	-------------	---

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian dengan judul Analisis Penjadwalan Proyek dengan metode *PERT* sudah pernah dilakukan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah objek yang diteliti yaitu Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo serta varian yang dicari adalah perbandingan waktu penjadwalan pada proyek dilakukan dengan metode *PERT*.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen

Manajemen ialah wadah didalam ilmu pengetahuan, sehingga manajemen bisa dibuktikan secara umum kebenarannya (George R. Terry, 2001). Manajemen merupakan proses dalam membuat suatu perencanaan, pengorganisasian, pengendalian serta memimpin berbagai usaha dari anggota entitas/organisasi dan juga mempergunakan semua sumber daya yang dimiliki untuk mencapai tujuan yang ditetapkan (Stoner, 2012).

3.2 Proyek

Proyek adalah suatu rangkaian pekerjaan yang diadakan dalam selang waktu tertentu dan mempunyai tujuan khusus. Yang membedakan proyek dengan pekerjaan lain adalah sifatnya yang khusus dan pengadaannya tidak bersifat rutin sehingga pengelolaannya memerlukan perhatian lebih banyak.

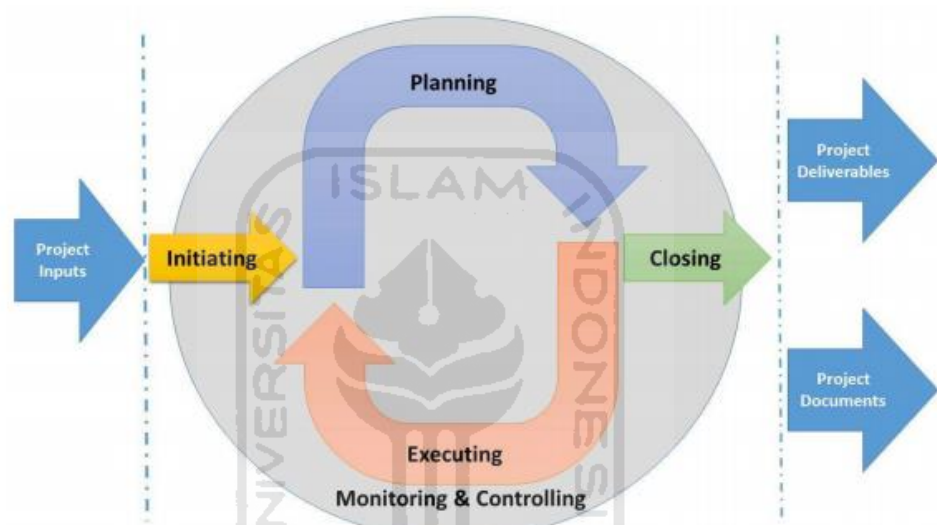
Semua proyek selalu mengandung resiko relatif besar terhadap manajemen yang diterapkan untuk proyek itu. Manajemen proyek yang tidak teratur akan berakibat buruk, ibarat mengebut dengan mobil balap di jalanan umum. Kerugian yang diderita tidak hanya materi, waktu dan tenaga namun juga kredibilitas, yaitu hubungan yang baik bahkan bisa berakibat fatal seperti rusaknya sistem yang telah mapan.

3.3 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah usaha pada suatu kegiatan yang bertujuan bahwa kegiatan tersebut dapat tercapai secara efisien dan efektif. Efektif dalam hal ini adalah hasil penggunaan sumber daya dan kegiatan sesuai dengan sarannya yang meliputi kualitas, biaya, waktu, dan sebagainya. Selain itu, efisien diartikan dengan penggunaan sumber daya dan pemilihan sub kegiatan secara tepat yang meliputi jumlah, jenis, saat penggunaan sumber lainnya, dan sebagainya.

Oleh sebab itu, manajemen proyek pada suatu proyek konstruksi merupakan suatu hal yang tidak dapat diabaikan begitu saja karena tanpa manajemen proyek tersebut, suatu proyek konstruksi akan sulit berjalan sesuai dengan harapan baik berupa biaya, waktu maupun kualitas.

Manajemen proyek meliputi proses perencanaan (*planning*) kegiatan, pengaturan (*organizing*), pelaksanaan (*executing*), serta pengendalian (*controlling*) yang dikenal dengan proses manajemen.



Gambar 3.1 *Project Management Process*

Sumber: https://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/RS1_2015_1_985_Bab2.pdf

Tujuan dari proses manajemen adalah untuk mengusahakan agar semua rangkaian kegiatan tersebut :

- a. Tepat waktu, dalam hal ini tidak terjadi keterlambatan penyelesaian suatu proyek.
- b. Biaya yang sesuai, maksudnya agar tidak ada biaya tambahan dari perencanaan biaya yang telah dianggarkan.
- c. Kualitas yang sesuai dengan persyaratan.
- d. Proses kegiatan dapat berjalan dengan lancar.

Proses perencanaan (*planning*) proyek dapat dikelompokkan menjadi dua tahap, yaitu yang pertama *planning* dalam garis manajemen konsultan dan yang

kedua dalam garis manajemen kontraktor. Perencanaan yang ditangani oleh konsultan mencakup perencanaan fisik struktur secara rinci sampai pada perencanaan anggaran biaya dan durasi pekerjaan. Perencanaan yang ditangani oleh kontraktor mencakup perencanaan metode kontraktor, rencana anggaran dalam pelaksanaan dan perencanaan administrasi lapangan maupun perusahaan.

Metode manajemen proyek yang digunakan oleh pelaksana proyek (kontraktor) baik manajemen pelaksana, manajemen pengawasan, serta manajemen dari organisasi pemilik proyek pada umumnya adalah sama yaitu dengan berpatokan pada laporan-laporan tertulis yang disesuaikan dengan keadaan nyata dilapangan. Laporan-laporan tertulis tersebut bisa berupa laporan harian, laporan mingguan dan lain-lain.

Sebuah proyek dapat didefinisikan sebagai suatu usaha dalam jangka waktu yang ditentukan dengan sasaran yang jelas yaitu mencapai hasil yang telah dirumuskan pada waktu awal pembangunan proyek akan dimulai. Bertitik tolak dari pemikiran ini, maka maksud dan tujuan manajemen proyek adalah usaha kegiatan untuk meraih sasaran yang telah didefinisikan dan ditentukan dengan jelas seefisien dan seefektif mungkin. Dalam rangka meraih sasaran yang telah disepakati, diperlukan sumber-sumber daya (*resources*) termasuk sumber daya manusia yang merupakan kunci segalanya.

3.4 Waktu Proyek

Waktu Proyek atau biasa disebut umur proyek merupakan salah satu atribut proyek yang sangat penting dalam manajemen proyek. Kegagalan mengelola waktu proyek akan berakibat pada penyelesaian proyek yang tidak tepat waktu. Penyelesaian waktu proyek yang mundur dan kurangnya pengelolaan waktu proyek tentunya akan berakibat pada membengkaknya berbagai sumber daya proyek, khususnya biaya dan SDM proyek. Dengan demikian seorang manajer proyek dituntut untuk dapat mengelola waktu proyek sebaik-baiknya dalam rangka keberhasilan proyek. Dilihat dari fase proyek,

penerapan manajemen waktu proyek lebih banyak diterapkan pada fase *planning* dan selebihnya pada fase *controlling*.

Kegiatan manajemen waktu proyek pada fase *planning* yaitu: mendefinisikan aktivitas, pengurutan aktivitas, estimasi lama aktivitas, dan penyusunan jadwal proyek, sedangkan pada fase *controlling* kegiatannya adalah pengendalian jadwal proyek.

Penjadwalan 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, sedangkan perencanaan adalah suatu tahapan dalam manajemen proyek yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administratif agar dapat diimplementasikan. Suatu penjadwalan proyek akan berlangsung sesuai dengan yang telah direncanakan apabila didukung dengan ketersediaan sumber daya pada lokasi proyek. Dengan demikian, tujuan dari proses konstruksi dapat dicapai apabila proses *planning* dan *scheduling* dapat dilakukan dengan baik dikarenakan proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian proses dari seluruh aktivitas agar tercapai alokasi sumber daya yang efisien dan durasi yang efektif (Husen, 2010).

3.4.1 Bagan Balok (*Bar Chart*)

Merupakan salah satu bentuk penjadwalan waktu yang mencantumkan semua unit pekerjaan yang ada, berupa batang horizontal yang menggambar waktu untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan. Dengan bagan tersebut diharapkan pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang direncanakan.

3.4.2 Kurva-S atau *S-Curve*

Adalah suatu grafik hubungan antara waktu pelaksanaan proyek dengan nilai akumulasi progres pelaksanaan proyek mulai dari awal hingga proyek selesai. Kurva-S sudah jamak bagi pelaku proyek. Umumnya proyek menggunakan *S-Curve* dalam perencanaan dan *monitoring schedule* pelaksanaan proyek, baik pemerintah maupun swasta. Kurva-S ini secara gampang akan terdiri atas dua grafik yaitu grafik yang merupakan rencana dan grafik yang merupakan realisasi pelaksanaan. Perbedaan garis grafik pada suatu waktu yang diberikan merupakan deviasi yang dapat berupa realisasi pelaksanaan lebih cepat dari rencana (*Ahead*) dan realisasi pelaksanaan lebih lambat dari rencana (*Delay*). Indikator tersebut adalah satu-satunya yang digunakan oleh para pelaku proyek saat ini atas pengamatan pada proyek-proyek yang dikerjakan di Indonesia.

3.4.3 Network Diagram

Adalah visualisasi proyek berdasarkan *Network Planning* yang berupa jaringan kerja berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. Network Diagram dapat segera dilihat kaitan suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya, sehingga bila sebuah kegiatan terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang dipengaruhi oleh keterlambatan tersebut dan berapa besar pengaruhnya. Network Diagram dapat diketahui kegiatan-kegiatan mana saja atau lintasan-lintasan mana saja yang kritis, sehingga dengan mengetahui tingkat kekritisannya dapat ditetapkan skala prioritas dalam menangani masalah-masalah yang timbul selama penyelenggaraan proyek serta dapat diketahui peristiwa-peristiwa mana saja yang kritis sehingga usaha-usaha dapat segera dimulai lalu diarahkan sedini mungkin untuk membuat peristiwa kritis tersebut terjadi pada saatnya. Ada dua syarat utama yang harus dipenuhi dalam penggunaan *network planning* pada penyelenggaraan suatu proyek

yaitu adanya network diagram yang tepat dan network diagram yang tepat tersebut digunakan secara konsekuen dalam penyelenggaraan proyek.

a. Metode CPM (*Critical Path Method*) merupakan model kegiatan proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan dengan teknik menganalisis jaringan sebuah kegiatan ketika menjalankan proyek dalam rangka memprediksi durasi total. Kegiatan yang digambarkan sebagai titik pada jaringan suatu peristiwa yang menandakan awal atau akhir dari kegiatan digambarkan dengan busur atau garis antara titik. Selain itu, *Critical Path* sebuah proyek adalah deretan aktivitas yang menentukan waktu tercepat yang mungkin agar proyek dapat diselesaikan serta jalur terpanjang dalam network diagram yang mempunyai kesalahan paling sedikit. Komponen-komponen dalam metode CPM adalah: a) Diagram Network; b) Hubungan antar symbol dan urutan kegiatan; c) Jalur kritis; d) Tenggang waktu kegiatan; dan e) Limit jadwal kegiatan.

b. Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah suatu metode jaringan untuk menjadwalkan proyek yang pertama kali dikembangkan pada tahun 1950-an untuk kapal selam Polaris. 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. PERT pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam artian bahwa metode PERT akan berakhir dengan menentukan penjadwalan waktu. Metode PERT tidak hanya memungkinkan pengguna untuk menghitung durasi proyek yang paling mungkin terjadi, namun juga memungkinkan pengguna untuk menghitung kemungkinan (probabilitas) proyek atau sebagian proyek yang akan diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

c. **Metode PDM (*Preseden Diagram Method*)** atau Metode Diagram Preseden adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON (*Arrow On Node*) (Soeharto, 1995). Metode ini digunakan untuk mengatur penjadwalan yang mana dalam proyek tersebut terdapat banyak kegiatan yang tumpang tindih atau saling mendahului dan biasanya hal tersebut sangat banyak terdapat pada proyek-proyek besar.

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

PERT mempunyai banyak kesamaan dengan *CPM* dan *PDM*. Seperti dalam *CPM*, *PERT* menggunakan teknik diagram *Activity On Arrow* (AOA), yang berarti bahwa *arrow* digunakan untuk menggambarkan kegiatan sedangkan *node* menggambarkan *event*. *PERT* tidak seperti dalam *CPM* dan *PDM*, tetapi berorientasi pada *event* (*event-oriented technique*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kejadian (*event times*). Sedangkan *CPM* dan *PDM* berorientasi pada waktu kegiatan (*task-oriented*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kegiatan (*task times*).

Menurut Ervianto (2004), *PERT* (*Program Evaluation and Review Technique*) dikembangkan sejak tahun 1958 oleh *USNavy* dalam proyek pengembangan *Polaris Missile System*. Teknik ini mampu mereduksi waktu selama dua tahun dalam pengembangan sistem senjata tersebut dan sejak itu mulai digunakan secara luas.

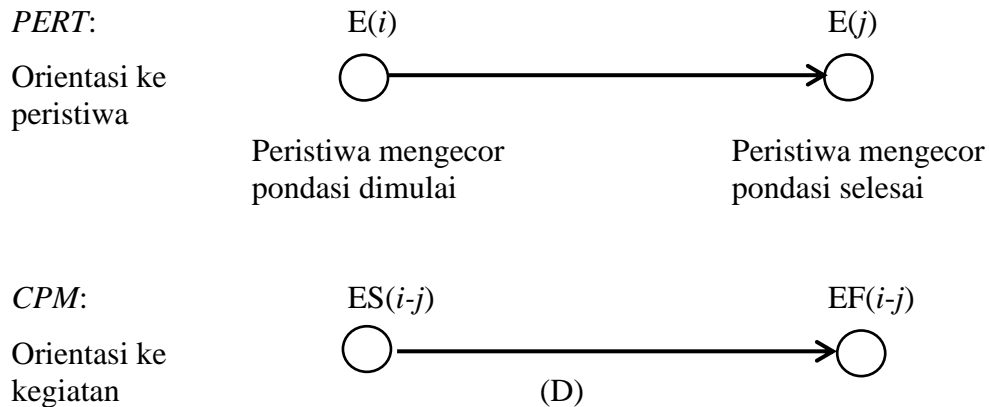
Menurut Soeharto (1995), dalam upaya meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek telah ditemukan metode selain *CPM* (*Critical Path Method*), yaitu metode yang dikenal sebagai *PERT* (*Program Evaluation and Review Technique*). Bila dalam *CPM* memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka *PERT* direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainly*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan. Situasi ini misalnya dijumpai pada proyek penelitian dan pengembangan, sampai menjadi produk yang sama sekali baru. *PERT* memakai

pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. *PERT* juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba “mengukur” ketidakpastian tersebut secara kuantitatif seperti “deviasi standar” dan varians. Dengan demikian, metode ini memiliki cara yang spesifik untuk menghadapi hal tersebut yang memang hampir selalu terjadi pada kenyataannya dan mengakomodasinya dalam berbagai bentuk perhitungan. Berikut penjelasan mengenai metode *PERT*.

1. Orientasi ke Peristiwa

PERT mula-mula diperkenalkan dalam rangka merencanakan dan mengendalikan proyek besar dan kompleks, yaitu pembuatan peluru kendali polaris yang dapat diluncurkan dari kapal selam di bawah permukaan air. Proyek tersebut melibatkan beberapa ribu kontraktor dan rekanan dimana pemilik proyek berkeinginan mengetahui apakah peristiwa-peristiwa yang memiliki arti penting dalam penyelenggaraan proyek, seperti *milestone* dapat dicapai oleh mereka, atau bila tidak, seberapa jauh menyimpangnya. Hal ini menunjukkan *PERT* lebih berorientasi ke terjadinya peristiwa (*event oriented*) sedangkan *CPM* condong ke orientasi kegiatan (*activity oriented*).

Tentang proses pekerjaan mengecor pondasi. Disini metode *PERT* yang berorientasi ke terjadinya peristiwa, ingin mendapatkan penjelasan kapan peristiwa mengecor pondasi dimulai $E(i)$ dan kapan peristiwa mengecor pondasi selesai $E(j)$, sedangkan *CPM* menekankan keterangan perihal pelaksanaan kegiatan mengecor pondasi dan berapa lama waktu yang diperlukan (D). Meskipun antara terjadinya suatu peristiwa tidak dapat dipisahkan dari kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai atau melahirkan peristiwa tersebut, namun penekanan yang dimiliki masing-masing metode perlu diketahui untuk memahami latar belakang dan maksud pemakaiannya (Soeharto, 1995).



Gambar 3.2 Orientasi ke peristiwa versus ke kegiatan.
(Sumber: Soeharto, 1995)

2. Persamaan dan Perbedaan Penyajian

Soeharto (1995) menyatakan bahwa dalam visualisasi penyajiannya, *PERT* sama halnya dengan *CPM*, yaitu menggunakan diagram anak panah (*activity on arrow*) untuk menggambarkan kegiatan proyek. Demikian pula pengertian dan perhitungan mengenai kegiatan kritis, jalur kritis dan *float* yang dalam *PERT* disebut *SLACK*. Salah satu perbedaan yang substansial adalah dalam estimasi kurun waktu kegiatan, dimana *PERT* menggunakan tiga angka estimasi, yaitu *a*, *b*, dan *m* yang mempunyai arti sebagai berikut:

a. *a* = kurun waktu optimistik (*optimistic duration time*).

Waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan mulus. Waktu demikian diungguli hanya sekali dalam seratus kali bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

b. *m* = kurun waktu paling mungkin (*most likely time*).

Kurun waktu yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

c. *b* = kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*).

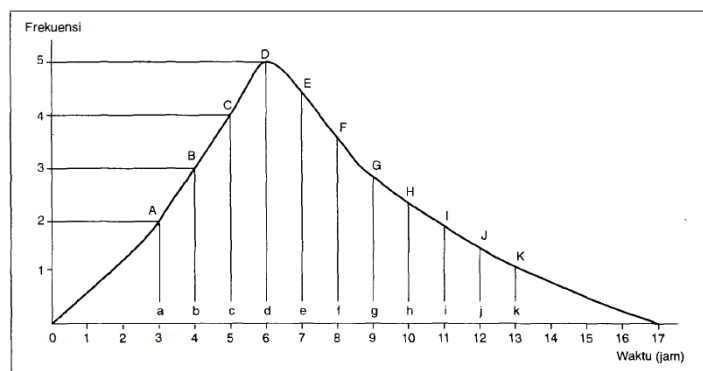
Waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik. Waktu demikian dilampaui hanya sekali

dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

3. Teori Probabilitas

Menurut Soeharto (1995), seperti telah disebutkan di atas bahwa tujuan menggunakan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang yang lebih lebar dalam melakukan estimasi kurn waktu kegiatan dibanding satu angka deterministik. Teori probabilitas dengan kurva distribusinya akan menjelaskan arti tiga angka tersebut khususnya dan latar belakang dasar pemikiran metode *PERT* pada umumnya.

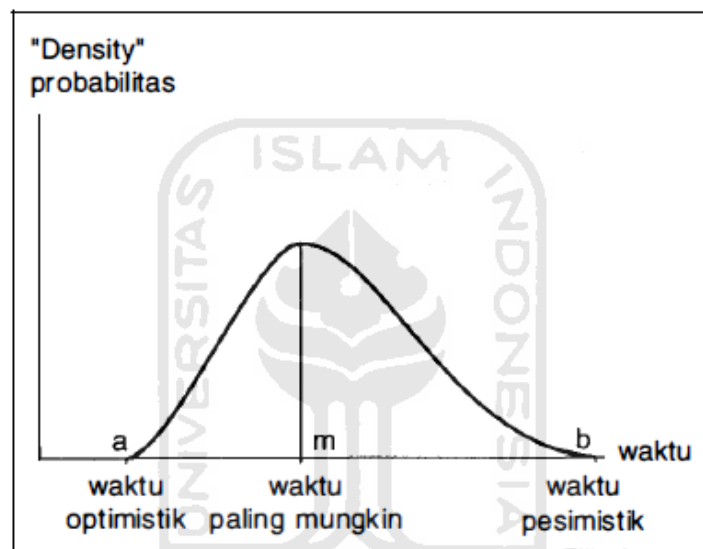
Pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainly*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Diumpamakan satu kegiatan dikerjakan secara berulang-ulang dengan kondisi yang dianggap sama seperti pada Gambar 3.2. Sumbu horisontal menunjukkan waktu selesainya kegiatan. Sumbu vertikal menunjukkan berapa kali (frekuensi) kegiatan selesai pada kurun waktu yang bersangkutan. Misalnya kegiatan X dikerjakan berulang-ulang dengan kondisi yang sama, selesai dalam waktu 3 jam yang ditunjukkan oleh garis *Aa*, yaitu 2 kali. Sedangkan yang selesai dalam waktu 4 jam adalah sebesar $Bb = 3$ kali dan kegiatan X yang selesai dalam 5 jam sebanyak $Cc = 4$ kali. Bila hal tersebut dilanjutkan dan dibuat garis yang menghubungkan titik-titik puncak A-B-C-D-E-F-G-dan seterusnya akan diperoleh garis lengkung yang disebut Kurva Distribusi Frekuensi Kurun Waktu Kegiatan X.



Gambar 3.3 Kurva distribusi frekuensi
(Sumber: Soeharto, 1995)

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

Soeharto (1995) mengatakan bahwa 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 seperti pada Gambar 3.4 di bawah ini pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut Kurva Beta.



Gambar 3.4 Kurva distribusi asimetris (beta) dengan a , m , dan b
(Sumber: Soeharto, 1995)

5. Kurva Distribusi dan Kurun Waktu yang Diharapkan (te)

Setelah menentukan estimasi angka-angka a , m dan b , maka tindak selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka, yang disebut te atau kurun waktu yang diharapkan (*expected duration time*). 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 "beta distribusi". Lebih lanjut, dalam menentukan te dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik (a) dan pesimistik (b) adalah sama. Sedang

jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa di atas. Sehingga bila ditulis dengan rumus adalah sebagai berikut:

Kurun waktu kegiatan yang diharapkan:

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

dengan:

te =Waktu yang diharapkan,

a =Waktu optimistik,

m =Waktu yang paling mungkin, dan

b = Waktu pesimistik.

Bila garis tegak lurus dibuat melalui te , maka garis tersebut akan membagi dua sama besar area yang berada di bawah kurva beta distribusi, seperti terlihat pada Gambar 3.4 di atas. Perlu ditekankan disini perbedaan antara kurun waktu yang diharapkan (te) dengan kurun waktu paling mungkin (m). Angka m menunjukkan angka “terkaan” atau perkiraan oleh seorang estimator. Sedangkan te adalah hasil dari rumusan perhitungan matematis. Sebagai contoh misalnya dari estimator diperkirakan angka-angka sebagai berikut:

Kurun waktu optimistik (a) = 4 hari

Kurun waktu pesimistik (b) = 9 hari

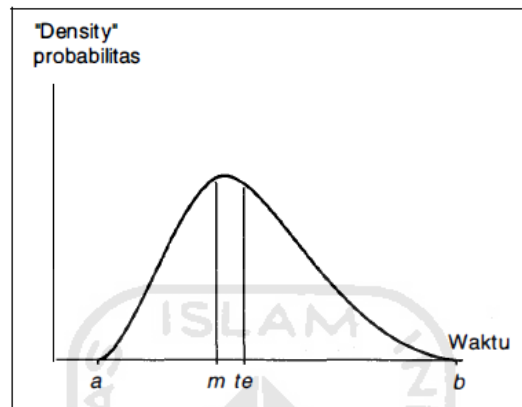
Kurun waktu paling mungkin (m)= 5 hari

Maka angka te :

$$te = \frac{(4 + 4 \times 5 + 9)}{6} = 5,5 \text{ hari}$$

Dari contoh di atas ternyata angka kurun waktu yang diharapkan $te = 5,5$ lebih besar dari kurun waktu paling mungkin $m = 5,0$. Angka te akan sama besar dengan m bilamana kurun waktu optimistik dan pesimistik terletak simetris terhadap waktu paling mungkin atau $b - m = m - a$. Ini dijumpai misalnya

pada kurva distribusi normal berbentuk genta. Konsep te sebagai angka rata-rata (*meanvalue*) mempermudah perhitungan karena dapat dipergunakan sebagai satu angka deterministik, seperti pada *CPM* dalam mengidentifikasi jalur kritis, *float*, dan lain-lain.



Gambar 3.5 Kurva distribusi dengan letak a , b , m dan te .

(Sumber: Soeharto, 1995)

6. Estimasi Angka-angka a , b dan m

Menurut Soeharto (1995), sama halnya dengan *CPM*, maka mengingat besarnya pengaruh angka-angka a , b dan m dalam metode *PERT*, maka beberapa hal perlu diperhatikan dalam estimasi besarnya angka-angka tersebut. Di antaranya:

- a. Estimator perlu mengetahui fungsi dari a , b dan m dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode *PERT* secara keseluruhan. Bila tidak, dikhawatirkan akan mengambil angka estimasi kurun waktu yang tidak sesuai atau tidak membawakan pengertian yang dimaksud.
- b. Di dalam proses estimasi angka-angka a , b dan m bagi masing-masing kegiatan, jangan sampai dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
- c. Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (*historical record*), maka data demikian akan berguna untuk bahan pembanding dan banyak

membantu mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan. Dengan syarat data-data tersebut cukup banyak secara kuantitatif dan kondisi kedua peristiwa yang bersangkutan tidak banyak berbeda.

Jadi yang perlu digaris-bawahi di sini adalah estimasi angka a , b dan m hendaknya bersifat berdiri sendiri, artinya bebas dari pertimbangan-pertimbangan pengaruhnya terhadap komponen kegiatan yang lain, ataupun terhadap jadwal proyek secara keseluruhan. Karena bila ini terjadi akan banyak mengurangi faedah metode *PERT* yang menggunakan unsur *probability* dalam merencanakan kurun waktu kegiatan.

7. Identifikasi Jalur Kritis dan *Slack*

Dengan menggunakan konsep te dan angka-angka waktu paling awal peristiwa terjadi (*the earliest time of occurrence* – TE), dan waktu paling akhir peristiwa terjadi (*the latest time of occurrence* – TL) maka identifikasi kegiatan kritis, jalur kritis dan *slack* dapat dikerjakan seperti halnya pada CPM, seperti:

$$(TE) - j = (TE) - i + te(i - j)$$

$$(TL) - i = (TL) - j - te(i - j)$$

Pada jalur kritis berlaku:

$$Slack = 0 \quad \text{atau} \quad (TL) - (TE) = 0$$

dengan:

TE = waktu paling awal peristiwa terjadi, dan

TL = waktu paling akhir peristiwa terjadi.

Untuk rangkaian kegiatan-kegiatan lurus (tanpa cabang), misalnya terdiri dari tiga kegiatan dengan masing-masing $te(1-2)$, $te(2-3)$, $te(3-4)$ dan $(TE)-1$ sebagai peristiwa awal, maka total kurun waktu sampai $(TE)-4$ adalah:

$$(TE)-4 = (TE)-1 + te(1-2) + te(2-3) + te(3-4).$$

Sedangkan untuk rangkaian yang memiliki kegiatan-kegiatan yang bergabung atau memencar, juga berlaku rumus-rumus pada metode *CPM*.

8. Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan

Menurut Soeharto (1995), estimasi kurun waktu kegiatan metode *PERT* memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relatif 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 Standar dan Varians. Berdasarkan ilmu statistik, 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

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

dengan:

S = Deviasi standar kegiatan,

$V(te)$ = Varians kegiatan,

a = Kurun waktu optimistik, dan

b = Kurun waktu pesimistik.

Untuk lebih memahami makna dari parameter-parameter di atas, berikut adalah dua kegiatan A dan B yang memiliki te yang sama besar = 6 satuan waktu (lihat Tabel 3.4). Akan dikaji berapa besar deviasi standar dan varians masing-masing kegiatan tersebut, bila memiliki angka-angka a dan b yang berbeda.

Tabel 3.1 Kegiatan A dan B dengan te sama besar = 6

Kegiatan	Kurun Waktu		Paling Mungkin (m)	Kurun Waktu yang Diharapkan (te)
	Optimistik (a)	Pesimistik (b)		
A	4	10	5,5	6
B	2	14	5,0	6

(Sumber: Soeharto, 1995)

Kegiatan A

$$te = \frac{4 + 22 + 10}{6} = 6$$

$$S = \left(\frac{1}{6}\right)(b-a) = 1,0$$

$$V(te) = (1,0)^2 = 1,0$$

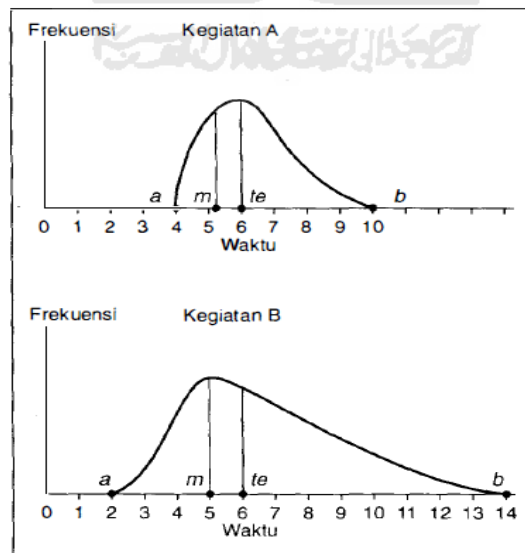
Kegiatan B

$$te = \frac{2 + 20 + 14}{6} = 6$$

$$S = 2$$

$$V(te) = \left(\frac{12}{6}\right)^2 = 4$$

Dari contoh di atas terlihat bahwa meskipun kegiatan A dan B memiliki te sama besarnya, tetapi besar rentang waktu untuk A ($10-4 = 6$) jauh berbeda dibanding B ($14-2 = 12$). Ini berarti kegiatan B mempunyai derajat ketidakpastian lebih besar dibanding kegiatan A dalam kaitannya dengan estimasi kurun waktu. Gambar 3.6 memperlihatkan bila contoh di atas disajikan dengan grafik.

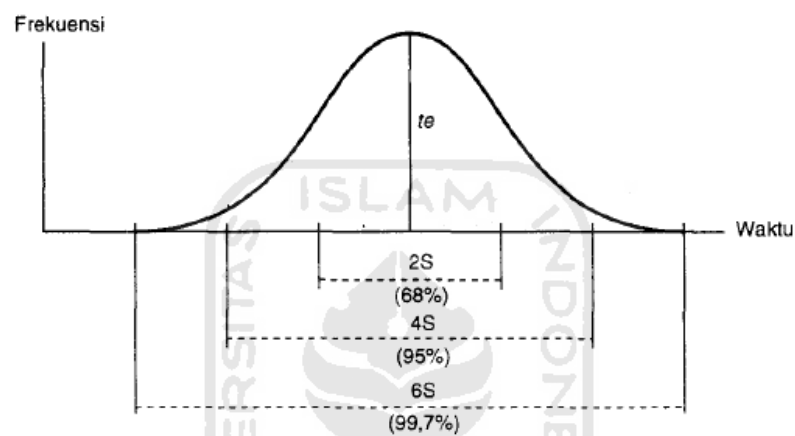


Gambar 3.6 Derajat ketidakpastian berbeda meskipun memiliki angka te yang sama besarnya

(Sumber: Soeharto, 1995)

9. Deviasi Standar Peristiwa dan Varians Peristiwa $V(TE)$

Menurut Soeharto (1995), di atas telah dibahas deviasi standar dan varians $V(te)$ untuk kegiatan dalam metode PERT. Selanjutnya bagaimana halnya dengan titik waktu terjadinya peristiwa (*event time*). Menurut “J. Moder 1983” berdasarkan teori “Central Limit Theorem” maka kurva distribusi peristiwa atau kejadian (*event time distribution curve*) bersifat simetris disebut Kurva Distribusi Normal. Kurva ini berbentuk genta terlihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Kurva distribusi untuk peristiwa/kejadian, disebut kurva distribusi normal dan berbentuk genta
(Sumber: Soeharto, 1995)

Sifat-sifat kurva distribusi normal adalah:

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

Selanjutnya untuk menghitung varians kegiatan $V(te)$, varians peristiwa $V(TE)$ baik untuk *milestone* maupun untuk proyek secara keseluruhan, yang terdiri dari serangkaian kegiatan-kegiatan dengan rumus berikut:

- $(TE)-4 = (TE)-1 + te(1-2) + te(2-3)$.
- $V(TE)$ pada saat proyek mulai = 0.
- $V(TE)$ peristiwa yang terjadi setelah suatu kegiatan berlangsung, adalah sama besar dengan $V(TE)$ peristiwa sebelumnya ditambah $V(te)$ kegiatan tersebut, bila dalam rangkaian kegiatan tersebut tidak ada penggabungan.

$$V(TE)-2 = V(TE)-1 + V(te)1-2$$

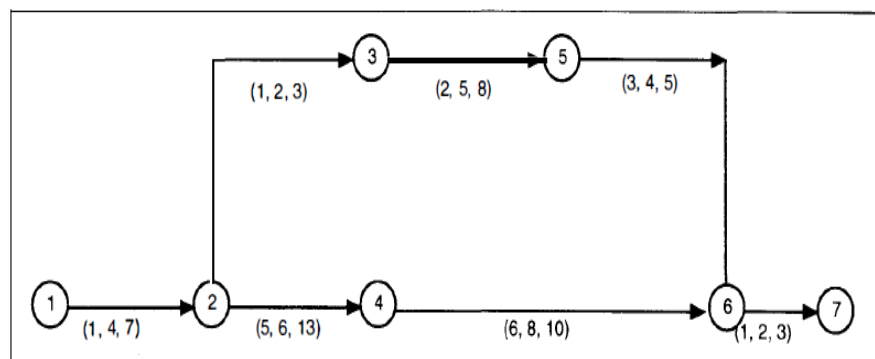
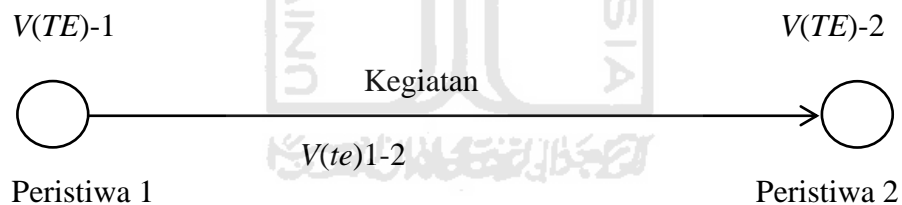
- d. Bila terjadi penggabungan kegiatan-kegiatan, total $V(TE)$ diperoleh dari perhitungan pada jalur dengan kurun waktu terpanjang, atau varians terbesar.

Sekarang ditinjau bagaimana mengidentifikasi jalur kritis dan peristiwa proyek selesai, dengan memasukkan faktor deviasi standar dan varians.

Tabel 3.2 Tabulasi S dan V

Kegiatan	te	Deviasi Standar $S = 1/6 (b-a)$	Varians $V(te) = S^2$
1 – 2	4,0	1,00	1,00
2 – 3	2,0	0,16	0,03
2 – 4	7,0	1,33	1,76
3 – 5	5,0	1,00	1,00
4 – 6	8,0	0,66	0,43
5 – 6	8,0	0,33	0,10
6 – 7	2,0	0,33	0,10

(Sumber: Soeharto, 1995)



Gambar 3.8 Jaringan kerja dengan te dan v pada masing-masing kegiatan sesuai Tabel 3.2

(Sumber: Soeharto, 1995)

Menghitung Varians (V) dan Deviasi Standar (S)

$$S = (1/6) (b-a)$$

$$V = S^2$$

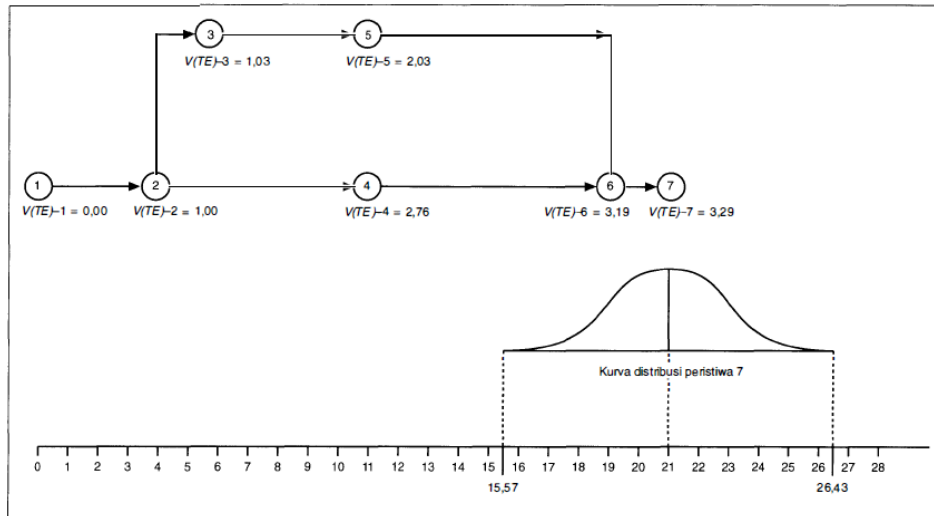
Dari perhitungan terdahulu maka jalur kritis adalah 1-2-4-6-7 dengan total waktu:

$$\begin{aligned}(TE)-7 &= (TE)-1 + te(1-2) + te(2-4) + te(4-6) + te(6-7) \\ &= 0 + 4 + 7 + 8 + 2 = 21\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V(TE)-7 &= V(TE)-1 + V(te)1-2 + V(te)2-4 + V(te)4-6 + V(te)6-7 \\ &= 0 + 1,00 + 1,76 + 0,43 + 0,10 = 3,29\end{aligned}$$

Dengan total varians $V(TE) = 3,29$ maka deviasi standar $S = \sqrt{(3,29)} = 1,81$ atau $3S = 5,43$. Jadi diperoleh angka untuk titik peristiwa selesainya proyek yaitu pada hari ke-21 (bila hari dipakai sebagai satuan waktu) dengan besar rentang $3S$ peristiwa 7 adalah $\pm 5,43$. Atau dengan kata lain kurun waktu penyelesaian proyek adalah $21 \pm 5,43$ hari.

Dengan demikian dapat digambarkan kurva distribusi normal $(TE)-7$ seperti terlihat pada Gambar 3.9 kanan bawah. Dari ilustrasi di bawah terlihat bedanya hasil hitungan sebelum dan sesudah memasukkan faktor deviasi standar dan varians yaitu peristiwa selesainya proyek mempunyai rentang waktu yang dalam contoh di atas sebesar $\pm 5,43$ hari. Akibat dari keadaan ini adalah perlunya pengamatan dan analisis yang saksama dalam mengidentifikasi jalur kritis terutama pada proyek yang memiliki sejumlah jalur subkritis.



Gambar 3.9 Mengkaji peristiwa selesainya proyek dan kurva distribusi yang bersangkutan
(Sumber: Soeharto, 1995)

10. Target Jadwal Penyelesaian (TD)

Menurut Soeharto (1995), pada penyelenggaraan proyek, sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan (*milestone*) dengan masing-masing target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan. Pimpinan proyek atau pemilik acap 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:

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

Sebagai ilustrasi dipakai contoh proyek seperti pada Gambar 3.12. Misalnya ditentukan target penyelesaian pada hari $Td = 20$, kemudian ingin diketahui sejauh mana target tersebut dapat dicapai.

Dihitung z :

$$Z = \frac{T(d) - TE}{s} = \frac{20,0 - 21,0}{1,81} = \frac{-1,0}{1,81} = -0,55$$

Dengan angka $z = -0,55$ (lihat tabel yang terlampir pada Apendiks-I) diperoleh angka “probabilitas” sebesar 0,29. Hal ini berarti kemungkinan (*probability*) proyek selesai pada target $Td = 20$ adalah sebesar 29,0%. Perlu ditekankan di sini bahwa dalam menganalisis kemungkinan di atas dikesampingkan adanya usaha-usaha tambahan guna mempercepat penyelesaian pekerjaan, misalnya dengan penambahan sumber daya. Dengan diketahui indikasi berapa persen kemungkinan tercapainya target jadwal suatu kegiatan, maka hal ini merupakan informasi yang penting bagi pengelola proyek untuk mempersiapkan langkah-langkah yang diperlukan.

11. Ringkasan Menghitung *TE* (*Milestone/Proyek selesai*) dan Kemungkinan (%)

Mencapai *Td* (Target yang Diinginkan).

Menurut Soeharto (1995), garis besar urutan menghitung kemungkinan mencapai target dalam metode PERT adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan kepada masing-masing komponen kegiatan angka estimasi *a*, *b*, dan *m*.
- b. Menghitung *te* untuk masing-masing komponen kegiatan.
- c. Identifikasi kegiatan kritis. Hitung kurun waktu penyelesaian proyek atau *milestone*, yaitu $TE = \text{jumlah } te \text{ kegiatan-kegiatan kritis}$.
- d. Tentukan varians untuk masing-masing kegiatan kritis pada jalur kritis terpanjang menuju titik peristiwa *TE* yang dimaksud.

Dipakai rumus = dengan rumus $V(TE) = \text{Jumlah } V(te) \text{ kegiatan kritis}$.

- e. Sebagai langkah terakhir untuk menganalisis kemungkinan mencapai target $T(d)$ dipakai rumus:

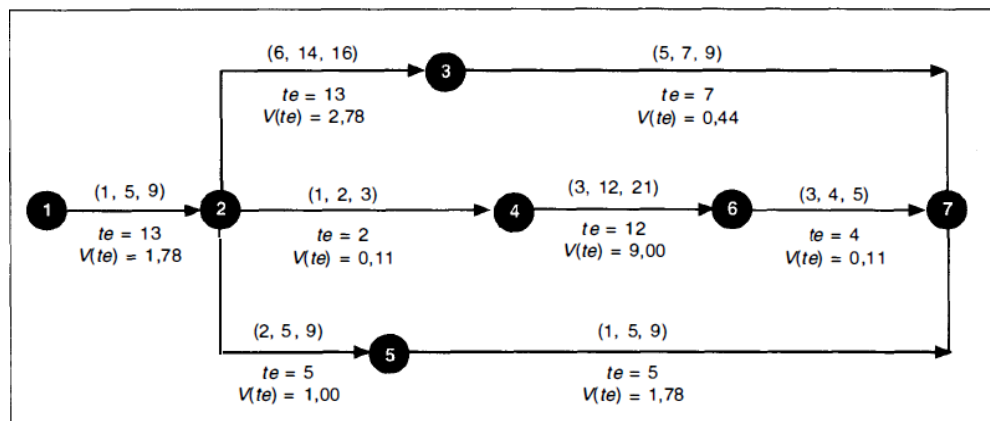
$$z = \frac{T(d) - TE}{S} \text{ dimana } S^2 = V(TE)$$

- f. Dengan menggunakan tabel *cummulative normal distribution function* akan dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target $T(d)$. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, *TE* kecuali sebagai peristiwa akhir proyek juga dapat berupa *milestone* atau peristiwa penting lain yang terjadi selama proyek berlangsung.

12. Jalur Kritis, Subkritis serta Perbandingan *PERT* vs *CPM*

Menurut Soeharto (1995), pada bab terdahulu yang membahas kurun waktu penyelesaian proyek dengan metode *CPM* telah disebutkan adanya jalur kritis dan jalur hampir kritis atau subkritis. Selanjutnya dijelaskan perlunya pengamatan dan analisis yang seksama atas jalur tersebut. Pada metode *PERT*, pengamatan dan analisis atas jalur kritis dan subkritis justru lebih ditekankan lagi. Hal ini terlihat 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 *milestone* atau selesainya proyek). Seandainya total varians jalur subkritis lebih besar dengan angka perbedaan yang cukup substansial dari angka total varians di jalur kritis, sedangkan angka T_e antara keduanya tidak terlalu besar, maka oleh sesuatu sebab ada kemungkinan jalur subkritis akan berubah menjadi kritis.

Salah satu prosedur yang dikenal sebagai *Simulasi Montecarlo* dengan menggunakan komputer, dapat memperbaiki masalah identifikasi jalur kritis dan subkritis. Masing-masing kegiatan dianggap memiliki kurva distribusi beta dan kurun waktu kegiatan dipilih secara acak (*random*). Kemudian jalur yang terbentuk dari rangkain kegiatan tersebut di atas memiliki kurun waktu terpanjang diidentifikasi dan dicatat kurun waktu maupun komponen kegiatannya. Prosedur di atas dilakukan ribuan kali sehingga dapat diamati kemungkinan berapa kali suatu kegiatan terletak pad jalur kritis. Berdasarkan pengamatan ini disusun distribusi waktu penyelesaian proyek dan deviasi standar yang diperoleh dari simulasi ini lebih akurat dibanding dengan pendekatan konvensional yang telah dibahas terdahulu.



Gambar 3.10 Jaringan kerja dengan jalur kritis dan subkritis

(Sumber: Soeharto, 1995)

Tabel 3.3 Jalur kritis dan subkritis

Jenis Jalur	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)

13. Kritik Terhadap PERT

Menurut Soeharto (1995), dari pembahasan metode *PERT* secara garis besar terlihat bahwa ketepatan hasil analisis untuk menentukan peristiwa penyelesaian proyek maupun konsep deviasi standar untuk melihat berapa jauh kemungkinan mencapai target, semua itu tergantung dari ketepatan dalam memilih angka-angka tiga estimasi a , m , dan b .

Di sinilah acap kali dialamatkan kritik yang berhubungan dengan metode *PERT*. Sering dijumpai estimator menggunakan angka-angka yang jauh dari realistis karena kurang pengalaman dalam bidangnya. Hasil perhitungan akhir akan jauh berbeda hanya karena estimator yang satu bersikap optimis dan yang lainnya konservatif.

14. Perbandingan *PERT* Versus *CPM*

Menurut Soeharto (1995), jika mengetahui kedua metode *CPM* dan *PERT*, maka dapat dibandingkan, aspek-aspek apa yang perlu diberi perhatian lebih besar dalam aplikasinya. Dengan demikian memberikan pegangan dalam memilih metode mana yang hendak dipakai untuk merencanakan dan menyusun jadwal berbagai macam proyek. Seperti telah dijelaskan di bab terdahulu, keduanya termasuk klasifikasi diagram AOA (*Activity on Arrow*). Tabel 3.4 menunjukkan beberapa ciri dari kedua metode tersebut.

Satu hal lagi mengenai kedua metode tersebut adalah dengan adanya faktor varians maka pada *PERT* perlu diperhatikan jalur subkritis karena oleh sesuatu sebab mungkin menjadi kritis dengan segala akibatnya. Ini tidak ada dalam *CPM*.

Tabel 3.4 Perbandingan *PERT* versus *CPM* untuk beberapa fenomena

No	Fenomena	<i>CPM</i>	<i>PERT</i>
1	Estimasi kurun waktu kegiatan	Deterministik, satu angka	Probabilistik, tiga angka
2	Arah orientasi	Ke kegiatan	Ke peristiwa/kejadian
3	Identifikasi jalur kritis dan <i>float</i>	Dengan hitungan maju dan mundur	Cara sama dengan <i>CPM</i>
4	Kurun waktu penyelesaian <i>milestone</i> atau proyek	Ditandai dengan satu angka tertentu	Angka tertentu ditambah varians
5	Kemungkinan (<i>probability</i>) mencapai target jadwal	Hitungan/analisis untuk maksud tersebut tidak ada	Dilengkapi cara khusus untuk itu
6	Menganalisis jadwal yang ekonomis	Prosedurnya jelas	Mungkin perlu dikonversikan ke <i>CPM</i> dahulu

(Sumber: Soeharto, 1995)

15. Langkah-langkah Pengerjaan Metode *PERT* Berikut ini akan diberikan prosedur metode *PERT* dengan langkah-langkah untuk mendapatkan solusi analisis network:

a. Perkirakan durasi dari setiap 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:

$$TE = \frac{a+4m+b}{6} \quad (3.5)$$

c. Tentukan predecessor pada urutan kegiatan.

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

$$EET_j = EET_i + Te_i \quad (3.6)$$

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

$$LET_i = LET_j - Te_i \quad (3.7)$$

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

$$s = \left(\frac{1}{6}\right)(b - a) \quad (3.8)$$

$$v = s^2 \quad (3.9)$$

g. Hitung total Varians kegiatan jalur kritis.

h. Analisis target jadwal penyelesaian dengan formula:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{s^2} \quad (3.10)$$

3.6 Penggunaan Software Microsoft Project

3.6.1 Microsoft Project

Microsoft Project adalah program computer yang digunakan untuk menyusun rencana kerja dalam sebuah proyek (Madcoms, 2008). Proyek merupakan sebuah rangkaian pekerjaan yang bertahap dimulai dari perencanaan hingga selesai. *Microsoft project* tidak hanya dapat digunakan dalam merencanakan jadwal pekerjaan proyek konstruksi, namun juga dapat digunakan dalam membuat berbagai rancangan kegiatan seperti *event* yang diselenggarakan lainnya.

Berikut adalah istilah – istilah yang digunakan pada *Microsoft Project*:

1. Task adalah jenis item atau kegiatan atau pekerjaan dalam proyek
2. Duration merupakan lama waktu untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, misalnya 1 jam, 3 hari, 2 bulan, dan sebagainya.

3. Start adalah tanggal dimulainya suatu pekerjaan
4. Predecessor merupakan suatu hubungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lain.
5. Resources adalah sumber daya yang terlibat dalam proyek, baik sumber daya manusia maupun material.
6. Cost adalah biaya yang dipergunakan untuk menjalankan sebuah proyek.
7. Gantt Chart adalah bentuk tampilan dari hasil kerja Microsoft Project dalam bentuk grafik batang horizontal 3 dimensi.
8. Pert Chart adalah grafik pekerjaan dalam bentuk kotak atau biasa disebut node. Dalam node ini akan ditampilkan keterangan nama pekerjaan, start, finish serta hubungan dengan pekerjaan lain.
9. Baseline adalah rancangan atau anggaran tetap proyek.
10. Tracking adalah peninjauan hasil kerja proyek di lapangan dengan rencana semula dalam Microsoft Project.
11. Milestone adalah pekerjaan dengan durasi 0 yang digunakan sebagai pekerjaan keterangan

3.6.2 Durasi dan Penjadwalan Proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan dalam proyek. Penjadwalan akan ditetapkan hubungan antar pekerjaan pada suatu proyek yang biasa disebut dengan *predecessor*. Hal ini dilakukan setelah jenis pekerjaan dan durasi dimasukkan setelah hubungan antar pekerjaan ditetapkan, gambaran proyek keseluruhan akan terlihat, sehingga dapat dilihat lintasan kritis.

Secara umum terdapat empat hubungan antar-pekerjaan yaitu,

1. *Start to Start (SS)*
Merupakan hubungan antar dua pekerjaan, keduanya dimulai pada waktu yang bersamaan.
2. *Finish to Start (FS)*
Merupakan hubungan antara dua pekerjaan, pekerjaan pertama boleh selesai apabila pekerjaan kedua dimulai.

3. *Start to Finish (SF)*

Merupakan hubungan antara dua pekerjaan, bila pekerjaan pertama selesai maka pekerjaan kedua dapat dimulai.

4. *Finish to Finish (FF)*

Merupakan hubungan antar pekerjaan, kedua pekerjaan tersebut selesai pada waktu yang sama.

Kemudian network diagram didapatkan setelah melakukan proses analisis pada *Microsoft Project*, yang mana pada tahap ini dapat dilihat network dan lintasan kritis yang ada didalam proyek sehingga dapat membantu dalam penyusunan rencana proyek dengan lebih baik.

Secara prinsip, fungsi dari network diagram adalah menunjukkan hubungan antara suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya dalam sebuah proyek. Lintasan kritis dapat dilihat di network diagram pada kegiatan yang digambarkan dengan warna merah.

Dalam penggunaan *Microsoft Project*, diagram dari hasil analisis merupakan diagram PDM (*Precedence Diagram Method*). Untuk mengelola data masukan, *Ms. Project* menggabungkan tiga metode penjadwalan yang telah dikenal dalam manajemen konstruksi. Ketiga metode penjadwalan tersebut yaitu:

a. PERT (*Program Evaluation Review Technique*) adalah metode yang memakai perhitungan peluang statistik dalam menghitung durasi proyek dan lebih banyak mengacu pada representasi grafis yang menggambarkan keterkaitan masing-masing tugas dalam proyek. Dalam *Ms. Project*, PERT digunakan untuk menentukan durasi kegiatan yang dihitung berdasarkan tiga estimasi waktu yaitu: *Optimistic, Pesimisttc, dan Expected duration*.

b. PDM (*Precedence Diagram Method*) adalah jaringan kerja dengan kegiatan terletak di dalam *node (Activity On Node/AON)*, dengan hubungan ketergantungan antar kegiatan menggunakan variasi *constraint*.

c. *Gantt Chart* adalah metode yang prinsipnya menggambarkan aktivitas pekerjaan ke dalam bentuk grafis dengan skala waktu.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Objek dan Subjek Penelitian

Objek yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Waktu Pelaksanaan Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Kroya-Kutoardjo antara Gombang-Sokka, sedangkan subjek yang ditinjau adalah Analisis Penjadwalan pada Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Kroya-Kutoardjo antara Gombang-Sokka dengan 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 dari otoritas yang mengerjakan proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo. Data yang didapat merupakan data sekunder dan juga data yang didapat setelah melakukan wawancara terhadap pihak yang telah disebutkan.

4.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan adalah durasi lama pelaksanaan kegiatan yang terdiri dari sebagai berikut.

1. Durasi optimis (*optimistic duration time*) = a
2. Durasi pesimis (*pessimistic duration time*) = b
3. Durasi paling mungkin (*most likely time*) = m

4.4 Teknik Pengolah Data

Tahapan penelitian dan pengolahan atau analisis data menggunakan metode penjadwalan *PERT* dengan bantuan *software Microsoft Excel* untuk menghitung waktu yang diharapkan (*TE*) dan *Microsoft Project* untuk membuat *network planning* dan menentukan waktu pelaksanaan proyek.

Tahapan pembuatan penjadwalan dengan metode *PERT* sebagai berikut.

1. Melakukan wawancara dengan konsultan perencana dan kontraktor pelaksana untuk mendapatkan nilai a , b , m .
2. Pengolahan data wawancara dengan Teknik probabilitas agar mendapatkan nilai a , b , m yang tetap.
3. Menghitung durasi untuk setiap aktivitas $= \frac{a+4m+b}{6}$ (*TE*)
4. Mengidentifikasi aktifitas (*activity*) dan waktu tempuhnya (durasi)
5. Menentukan *predecessor* dengan cara wawancara terhadap *site engineer* proyek.
6. Menggunakan aplikasi Microsoft Project
7. Identifikasi durasi Total.
8. Menganalisis Deviasi standar kegiatan $s = \left(\frac{1}{6}\right) (b - a)$ dan varians kegiatan

$$v = s^2$$
9. Menganalisis target jadwal penyelesaian $T(d)z = \frac{T(d)-TE}{s^2}$
10. Pembahasan hasil analisis yang telah dilakukan.

4.5 Alokasi Penelitian

Berikut lokasi Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo.



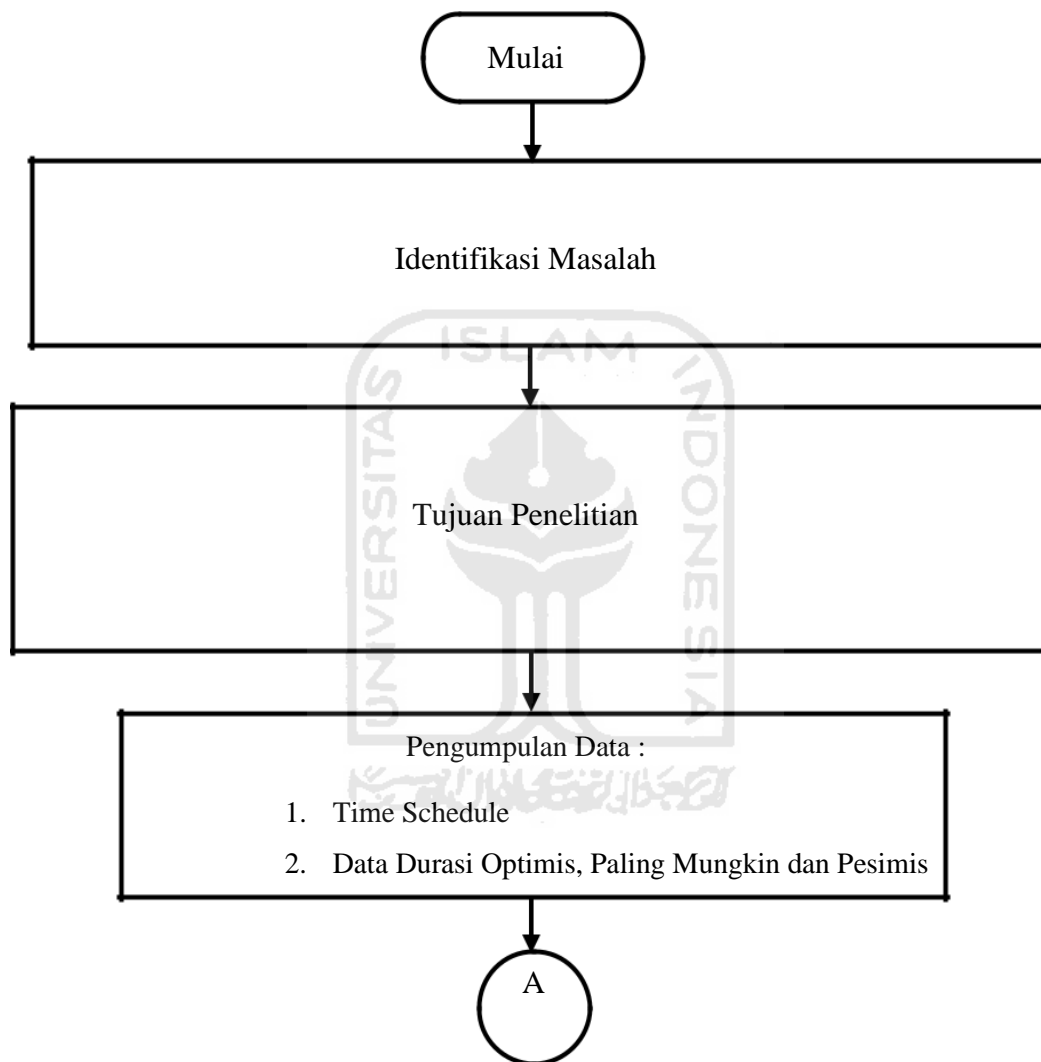
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Jalur Ganda KA Kroya-Kutoarjo

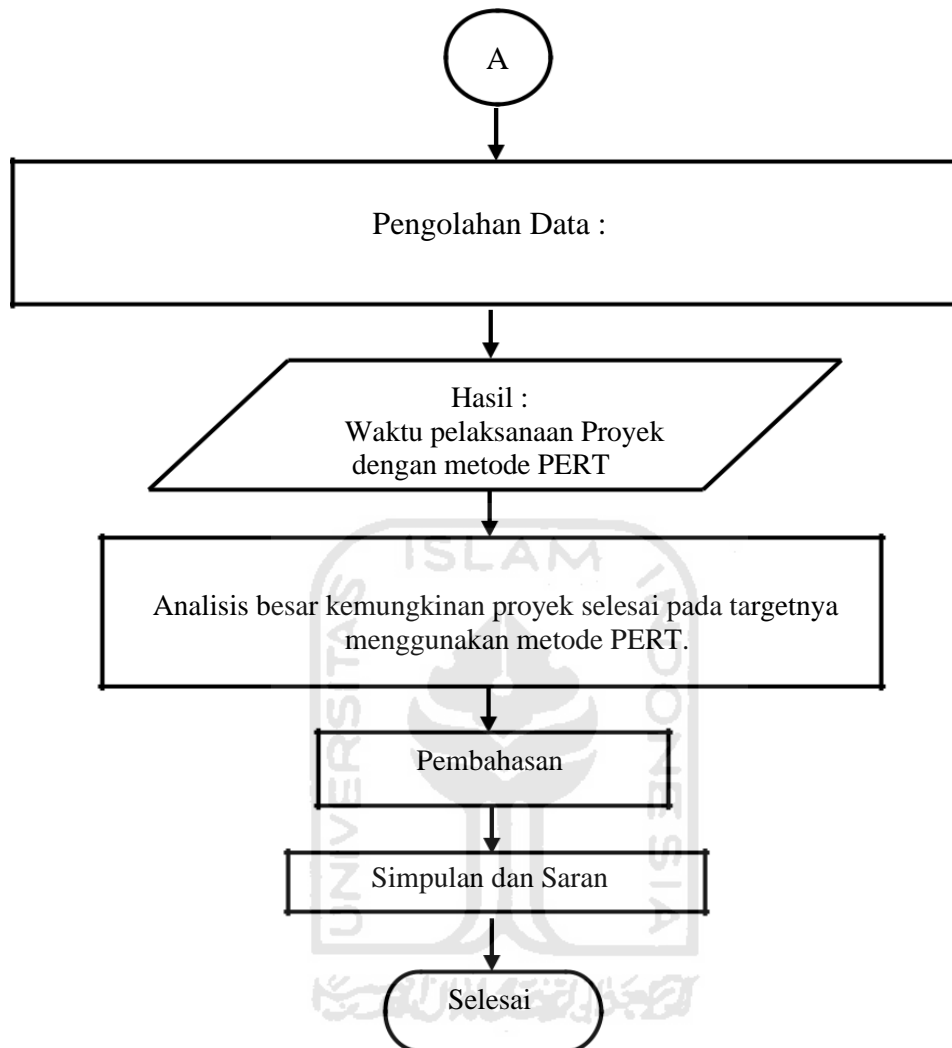
Sumber:

<https://www.google.com/maps/search/lokasi+Proyek+Pembangunan+Jalur+Ganda+Kereta+Api+Kroya-Kutoarjo+antara+Gombong-Sokka./@-7.6164079,109.4845259,10z>

4.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dengan diagram air 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 diambil dari Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo yang merupakan hasil wawancara dengan pelaksana proyek. Asumsi yang digunakan 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 yang paling mungkin (m). Ada beberapa kendala yang menjadi pertimbangan, seperti faktor cuaca, lingkungan, tenaga kerja, alat, material, dan manajemen dalam memperkirakan durasi pesimis di proyek tersebut. Hasil dari wawancara responden disajikan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	Durasi (Hari)		
		a	b	m
A	OPEN CHANNEL DAN PENAHAN BALAS			
1	Galian Tanah termasuk buangan	5	9	7
2	Pasangan pondasi batu kosong (aanstamping)	5	8	7
3	Pasangan batu kali	5	8	7
4	Plester dan acian	5	9	7
5	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175	5	9	7
6	Cor Beton Struktural Ready mix K-250 untuk Open Channels dan Penahan Ballast	5	11	7
7	Pembesian beton	5	9	7
8	Bekisting	5	9	7
B	BOX CULVERT			
1	Membuat konstruksi Jembatan darurat	127	152	140
2	Mengeluarkan Jembatan Lama	30	42	35
3	Merucat Jembatan Lama	29	43	35
4	Membongkar Pasangan Batu termasuk buangan	64	77	70
5	Galian Tanah dengan termasuk buangan	65	76	70

Lanjutan Tabel 5.1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	Durasi (Hari)		
		a	b	M
6	Urugan tanah kembali di padatkan	28	42	35
7	Membuang Tanah dan material bekas bongkaran	26	41	35
8	Pasangan Batu Kosong (Aanstamping)	65	77	70
9	Pasang Batu kali untuk talud dan lantai hidrolika	100	116	105
10	Plester dan acian untuk talud dan lantai hidrolika	28	42	35
11	Urugan Granular backfill	27	46	35
12	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175	64	77	70
13	Cor Beton Struktural K-300 untuk Box Culvert termasuk talud dan lantai hidrolika	66	78	70
14	Pembesian beton	63	75	70
15	Bekisting	64	77	70
C	STASIUN SRUWENG 443+084.89			
1	Bongkar Peron Eksisting	126	154	140
2	Membuat Peron Sedang	123	152	140
3	Rehabilitasi Gedung	121	150	140
4	Membongkar Gudang	120	148	140
5	Membuat gedung multi guna	124	154	140
6	Membuat pagar panel beton	125	152	140
7	Membuat pagar ornament	126	154	140
8	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan	28	42	35
9	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan	25	39	35
D	PEMAGARAN			
1	Pagar Tipe I	24	41	35
E	STASIUN KARANGANYAR 438+998.25			
1	Bongkar Peron Eksisting	126	154	140
2	Membuat Peron Sedang	122	152	140
3	Pembongkaran Overcapping eksisting termasuk angkut	121	153	139
4	Pembuatan Overcapping	124	156	138
5	Pembuatan Shelter	266	294	280
6	Rehabilitasi Gedung	121	150	140
7	Membuat gedung multi guna	124	154	140

Lanjutan Tabel 5.1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	Durasi (Hari)		
		a	B	M
8	Membuat pagar panel beton	125	152	140
9	Membuat pagar ornament	126	154	140
10	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan	28	42	35
11	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan	25	39	35
F	PEMAGARAN			
1	Pagar Tipe I	24	41	35
G	PERLINTASAN SEBIDANG			
1	Pagar Pengaman	21	35	28
2	Bongkar Aspal	18	33	28
3	Cor beton K-250	5	10	7
4	Pembesian	5	9	7
5	Pasangan batu kali	5	9	7
6	Plester dan Acian	5	9	7
7	Pasangan batu kosong	5	9	7
8	Rabat beton	5	9	7
9	French drain	5	9	7
10	Galian Tanah	5	10	7
11	Sub Base Course	5	9	7
12	Asphalt Treated Base Coarse	63	77	70
13	Membuat pintu perlintasan, gardu dan perlengkapannya di JPL No. 548 dan No. 555	161	189	175

5.2 Analisis Durasi Yang Diharapkan (TE)

5.2.1 Durasi yang Diharapkan (TE) Pada Item Pekerjaan

Pada pembuatan jadwal atau *time schedule* proyek, setelah menentukan estimasi angka-angka durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi yang 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 untuk pekerjaan membuat konstruksi jembatan darurat.

Durasi optimis (a) = 5 hari

Durasi pesimis (b) = 9 hari

Durasi paling mungkin (m) = 7 hari

maka,

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

$$= \frac{5 + 4 \cdot 7 + 9}{6}$$

$$= 7 \text{ hari}$$

2. Perhitungan TE untuk pekerjaan mengeluarkan jembatan lama.

Durasi optimis (a) = 6 hari

Durasi pesimis (b) = 10 hari

Durasi paling mungkin (m) = 7 hari

maka,

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

$$= \frac{6 + 4 \cdot 7 + 10}{6}$$

$$= 7,33 \text{ hari}$$

Berikut rekapitulasi perhitungan durasi yang diharapkan (TE) dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada item pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	TE
A	OPEN CHANNEL DAN PENAHAN BALAS	
1	Galian Tanah termasuk buangan	7
2	Pasangan pondasi batu kosong (aanstamping)	6,83
3	Pasangan batu kali	6,83
4	Plester dan acian	7
5	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175	7
6	Cor Beton Struktural Ready mix K-250 untuk Open Channels dan Penahan Ballast	7,33
7	Pembesian beton	7
8	Bekisting	7
B	BOX CULVERT	
1	Membuat konstruksi Jembatan darurat	140
2	Mengeluarkan Jembatan Lama	35
3	Merucat Jembatan Lama	35
4	Membongkar Pasangan Batu termasuk buangan	70
5	Galian Tanah dengan termasuk buangan	70
6	Urugan tanah kembali di padatkan	35
7	Membuang Tanah dan material bekas bongkaran	35
8	Pasangan Batu Kosong (Aanstamping)	70
9	Pasang Batu kali untuk talud dan lantai hidrolika	106
10	Plester dan acian untuk talud dan lantai hidrolika	35
11	Urugan Granular backfill	36
12	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175	70
13	Cor Beton Struktural K-300 untuk Box Culvert termasuk talud dan lantai hidrolika	71
14	Pembesian beton	70
15	Bekisting	70
C	STASIUN SRUWENG 443+084.89	
1	Bongkar Peron Eksisting	140
2	Membuat Peron Sedang	139,17
3	Rehabilitasi Gedung	138,5
4	Membongkar Gudang	138
5	Membuat gedung multi guna	139,67

Lanjutan Tabel 5.2 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada item pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	TE
6	Membuat pagar panel beton	139,5
7	Membuat pagar ornament	140
8	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan	35
9	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan	34
D	PEMAGARAN	
1	Pagar Tipe I	34,17
E	STASIUN KARANGANYAR 438+998.25	
1	Bongkar Peron Eksisting	140
2	Membuat Peron Sedang	139
3	Pembongkaran Overcaping eksisting termasuk angkut	138,33
4	Pembuatan Overcaping	138,66
5	Pembuatan Shelter	280
6	Rehabilitasi Gedung	138,5
7	Membuat gedung multi guna	139,67
8	Membuat pagar panel beton	139,5
9	Membuat pagar ornament	140
10	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan	35
11	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan	34
F	PEMAGARAN	
1	Pagar Tipe I	34,17
G	PERLINTASAN SEBIDANG	
1	Pagar Pengaman	28
2	Bongkar Aspal	27,17
3	Cor beton K-250	7,17
4	Pembesian	7
5	Pasangan batu kali	7
6	Plester dan Acian	7
7	Pasangan batu kosong	7
8	Rabat beton	7
9	French drain	7

Lanjutan Tabel 5.2 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada item pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	TE
10	Galian Tanah	7,17
11	Sub Base Course	7
12	Asphalt Treated Base Coarse	70
13	Membuat pintu perlintasan, gardu dan perlengkapannya di JPL No. 548 dan No. 555	175

Setelah didapatkannya durasi TE pada setiap uraian pekerjaan diatas, maka kita dapat mengidentifikasi setiap pekerjaan tersebut, setelah itu kita membuat *schedule* baru sesuai dengan TE diatas. Maka dapatlah durasi total yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penggambaran *network diagram*. Dalam penelitian ini dicoba menggunakan pendekatan dengan metode PDM.

5.3 Analisis Penjadwalan Proyek

5.3.1 Analisis Penjadwalan Menggunakan *Microsoft Project*

Analisis penjadwalan dilakukan dengan bantuan software *Microsoft Project* untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan struktur pada proyek Pembangunan Gedung Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo. Dalam pembuatan jadwal diasumsikan sebagai berikut:

1. Dalam 1 bulan terdiri dari 30 hari.
2. Menggunakan jam kalender, tanggal merah tetap masuk.
3. Ketersediaan dan pengadaan material memenuhi dan tidak mengalami hambatan.
4. Jam kerja normal tidak ada lembur dari jam 8.00 – 16.00, dan hari Sabtu dan Minggu tetap masuk.
5. Tenaga kerja memenuhi dan tidak terbatas sehingga dapat digunakan kapan saja.
6. Cuaca mendukung selama pekerjaan berlangsung.

Dalam membuat jadwal dengan *Microsoft Project*, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengatur jumlah hari kerja dalam 1 bulan
2. Memasukkan uraian pekerjaan.
3. Memasukkan durasi pekerjaan yaitu durasi yang diharapkan (TE)
4. Mengatur jadwal hari kerja dan jam kerja, digunakan 7 hari kerja dan jam kerja dari pukul 8.00-12.00, jam istirahat pada pukul 12.00-13.00, kemudian dilanjutkan pukul 13.00-16.00.
5. Menentukan tanggal mulai pelaksanaan proyek.
6. Menentukan *predecessor*, dalam hal ini hubungan pekerjaan menggunakan *constraint* Finish to Start (FS) yaitu pekerjaan selanjutnya akan dikerjakan setelah pekerjaan selesai pekerjaan sebelumnya, dan Start to Start (SS) yaitu pekerjaan selanjutnya dikerjakan bersamaan pada saat pekerjaan sebelumnya mulai dikerjakan
7. Pembuatan jadwal selesai

Network diagram yang terdapat pada *Microsoft Project* merupakan diagram PDM (*Precedence Diagram Method*), diagram dengan Teknik *Activity on Node* (AON) dimana letak kegiatan berada di bagian *node*. Pada penjadwalan dengan metode PERT menggunakan diagram *Activity on Node* (AON), dimana *arrow* digunakan untuk menghubungkan kegiatan ke kegiatan lain dan kegiatan digambarkan dengan *node*, jadi *network diagram* pada *Microsoft Project* yang berupa diagram PDM. Hasil *network diagram* pada pembuatan jadwal proyek dengan *Microsoft Project* dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berikut adalah tampilan dalam *Microsoft Project* setelah dilakukan langkah-langkah yang telah disebutkan.

Task Name	Duratio	Start	Finish	Predecessors
Membuat konstruksi Jembatan darurat	140 days	Mon 30/04/18	Sun 16/09/18	26;27;28;29
Mengeluarkan Jembatan Lama	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	2
Merucat Jembatan Lama	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	2;3SS
Membongkar Pasangan Batu termasuk buangan	70 days	Mon 09/07/18	Sun 16/09/18	2SS+70 days
Galian Tanah dengan termasuk buangan	70 days	Mon 30/04/18	Sun 08/07/18	2SS
Urugan tanah kembali di padatkan	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	5
Membuang Tanah dan material bekas bongkaran	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	5;7SS
Pasangan Batu Kosong (Aanstamping)	70 days	Mon 30/04/18	Sun 08/07/18	6SS
Pasang Batu kali untuk talud dan lantai hidrolika	106 days	Mon 09/07/18	Mon 22/10/18	9
Plester dan acian untuk talud dan lantai hidrolika	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	5
Urugan Granular backfill	36 days	Mon 17/09/18	Mon 22/10/18	5
Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175	70 days	Mon 09/07/18	Sun 16/09/18	9;10SS
Cor Beton Struktural K-300 untuk Box Culvert termasuk talud dan lantai hidrolika	71 days	Mon 09/07/18	Mon 17/09/18	9;10SS
Pembesian beton	70 days	Mon 30/04/18	Sun 08/07/18	2SS
Bekisting	70 days	Mon 09/07/18	Sun 16/09/18	9;10SS
Galian Tanah termasuk buangan	7 days	Mon 03/12/18	Sun 09/12/18	3FS+42 days
Pasangan pondasi batu kosong (aanstamping)	7 days	Mon 03/12/18	Sun 09/12/18	3FS+42 days
Pasangan batu kali	7 days	Mon 03/12/18	Sun 09/12/18	3FS+42 days
Plester dan acian	7 days	Mon 03/12/18	Sun 09/12/18	3FS+42 days
Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175	7 days	Mon 03/12/18	Sun 09/12/18	3FS+42 days
Cor Beton Struktural Ready mix K-250 untuk Open Channels dan Penahan Ballast	8 days	Mon 03/12/18	Mon 10/12/18	3FS+42 days
Pembesian beton	7 days	Mon 03/12/18	Sun 09/12/18	3FS+42 days
Bekisting	7 days	Mon 03/12/18	Sun 09/12/18	3FS+42 days
Bongkar Peron Eksisting	140 days	Mon 11/12/17	Sun 29/04/18	
Membuat Peron Sedang	139 days	Mon 11/12/17	Sat 28/04/18	26SS
Pembongkaran Overcapping eksisting termasuk angkut	139 days	Mon 11/12/17	Sat 28/04/18	26SS
Pembuatan Overcapping	139 days	Mon 11/12/17	Sat 28/04/18	26SS
Pembuatan Shelter	280 days	Mon 11/12/17	Sun 16/09/18	26SS
Rehabilitasi Gedung	139 days	Mon 30/04/18	Sat 15/09/18	26
Membuat gedung multi guna	140 days	Mon 30/04/18	Sun 16/09/18	26
Membuat pagar panel beton	140 days	Mon 30/04/18	Sun 16/09/18	26
Membuat pagar ornamen	140 days	Mon 30/04/18	Sun 16/09/18	26

Gambar 5.1 Pekerjaan Pada *Microsoft Project*

Task Name	Duratio	Start	Finish	Predecessors
Memasang tiang lampu termasuk pengadaan	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	34
Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan	34 days	Mon 17/09/18	Sat 20/10/18	34
Pagar Tipe I	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	34
Bongkar Peron Eksisting	140 days	Mon 11/12/17	Sun 29/04/18	26SS
Membuat Peron Sedang	140 days	Mon 11/12/17	Sun 29/04/18	26SS
Rehabilitasi Gedung	139 days	Mon 30/04/18	Sat 15/09/18	41
Membongkar Gudang	138 days	Mon 30/04/18	Fri 14/09/18	41
Membuat gedung multi guna	140 days	Mon 30/04/18	Sun 16/09/18	41
Membuat pagar panel beton	140 days	Mon 30/04/18	Sun 16/09/18	41
Membuat pagar ornamen	140 days	Mon 30/04/18	Sun 16/09/18	41
Memasang tiang lampu termasuk pengadaan	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	46
Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan	34 days	Mon 17/09/18	Sat 20/10/18	46
Pagar Tipe I	35 days	Mon 17/09/18	Sun 21/10/18	46
Pagar Pengaman	28 days	Mon 17/09/18	Sun 14/10/18	46
Bongkar Aspal	28 days	Mon 17/09/18	Sun 14/10/18	46
Cor beton K-250	8 days	Mon 15/10/18	Mon 22/10/18	53
Pembesian	7 days	Mon 15/10/18	Sun 21/10/18	53
Pasangan batu kali	7 days	Mon 15/10/18	Sun 21/10/18	53
Plester dan Acian	7 days	Mon 15/10/18	Sun 21/10/18	53
Pasangan batu kosong	7 days	Mon 15/10/18	Sun 21/10/18	53
Rabat beton	7 days	Mon 15/10/18	Sun 21/10/18	53
French drain	7 days	Mon 15/10/18	Sun 21/10/18	53
Galian Tanah	8 days	Mon 15/10/18	Mon 22/10/18	53
Sub Base Course	7 days	Mon 15/10/18	Sun 21/10/18	53
Asphalt Treated Base Coarse	70 days	Mon 01/10/18	Sun 09/12/18	64
Membuat pintu perlintasan, gardu dan perlengkapannya di JPL No. 548 dan No. 555	175 days	Mon 09/04/18	Sun 30/09/18	41FS-21 days

Lanjutan Gambar 5.1 Pekerjaan Pada *Microsoft Project*

5.3.2 Hubungan Ketergantungan Pekerjaan

Berikut adalah tabel yang menjelaskan hubungan ketergantungan pekerjaan dalam proyek yang menjelaskan kegiatan *predecessor* dan kegiatan *successor*.

Tabel 5.3 Rangkaian kegiatan dan durasi pekerjaan

Kegiatan	Uraian Pekerjaan Struktur	Durasi (Hari)	Predecessor
I	STASIUN KARANGANYAR 438+998.25		
1	Bongkar Peron Eksisting (A)	140	-
2	Membuat Peron Sedang (B)	139	1SS
3	Pembongkaran Overcaping eksisting termasuk angkut (C)	138,33	1SS
4	Pembuatan Overcaping (D)	138,66	1SS
5	Pembuatan Shelter (E)	280	1SS
6	Rehabilitasi Gedung (F)	138,5	FS1
7	Membuat gedung multi guna (G)	139,67	FS1
8	Membuat pagar panel beton (H)	139,5	FS1
9	Membuat pagar ornament (I)	140	FS1
10	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan (J)	35	FS9
11	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan (K)	34	FS9
II	PEMAGARAN		
12	Pagar Tipe I (L)	34,17	FS9
III	STASIUN SRUWENG 443+084.89		
13	Bongkar Peron Eksisting (M)	140	1SS
14	Membuat Peron Sedang (N)	139,17	1SS
15	Rehabilitasi Gedung (O)	138,5	FS14
16	Membongkar Gudang (P)	138	FS14
17	Membuat gedung multi guna (Q)	139,67	FS14
18	Membuat pagar panel beton (R)	139,5	FS14
19	Membuat pagar ornament (S)	140	FS14
20	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan (T)	35	FS19
21	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan (U)	34	FS19

Lanjutan Tabel 5.3 Rangkaian kegiatan dan durasi pekerjaan

Kegiatan	Uraian Pekerjaan Struktur	Durasi (Hari)	Predecessor
IV	PEMAGARAN		
22	Pagar Tipe I (V)	34,17	FS19
V	BOX CULVERT		
23	Membuat konstruksi Jembatan darurat (W)	140	FS1,2,3,4
24	Mengeluarkan Jembatan Lama (X)	35	FS23
25	Merucat Jembatan Lama (Y)	35	FS23,24SS
26	Membongkar Pasangan Batu termasuk buangan (Z)	70	23SS+70days
27	Galian Tanah dengan termasuk buangan (a)	70	23SS
28	Urugan tanah kembali di padatkan (b)	35	FS26
29	Membuang Tanah dan material bekas bongkaran (c)	35	FS26,28SS
30	Pasangan Batu Kosong (Aanstamping) (d)	70	27SS
31	Pasang Batu kali untuk talud dan lantai hidrolika (e)	106	FS30
32	Plester dan acian untuk talud dan lantai hidrolika (f)	35	FS26
33	Urugan Granular backfill (g)	36	FS26
34	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175 (h)	70	FS30,31SS
35	Cor Beton Struktural K-300 untuk Box Culvert termasuk talut dan lantai hidrolika (i)	71	FS30,31SS
36	Pembesian beton (j)	70	23SS
37	Bekisting (k)	70	FS30,31SS
VI	PERLINTASAN SEBIDANG		
38	Pagar Pengaman (l)	28	FS19
39	Bongkar Aspal (m)	27,17	FS19
40	Cor beton K-250 (n)	7,17	FS39
41	Pembesian (o)	7	FS39
42	Pasangan batu kali (p)	7	FS39
43	Plester dan Acian (q)	7	FS39

Lanjutan Tabel 5.3 Rangkaian kegiatan dan durasi pekerjaan

Kegiatan	Uraian Pekerjaan Struktur	Durasi (Hari)	Predecessor
44	Pasangan batu kosong (r)	7	FS39
45	Rabat beton (s)	7	FS39
46	French drain (t)	7	FS39
47	Galian Tanah (u)	7,17	FS39
48	Sub Base Course (v)	7	FS39
49	Asphalt Treated Base Coarse (w)	70	FS50
50	Membuat pintu perlintasan, gardu dan perengkapannya di JPL No. 548 dan No. 555 (x)	175	FS14-21days
VII	OPEN CHANNEL DAN PENAHAN BALAS		
51	Galian Tanah termasuk buangan (y)	7	FS24+42days
52	Pasangan pondasi batu kosong (aanstamping) (z)	6,83	FS24+42days
53	Pasangan batu kali (Aa)	6,83	FS24+42days
54	Plester dan acian (Bb)	7	FS24+42days
55	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175 (Cc)	7	FS24+42days
56	Cor Beton Struktural Ready mix K-250 untuk Open Channels dan Penahan Ballast (Dd)	7,33	FS24+42days
57	Pembesian beton (Ee)	7	FS24+42days
58	Bekisting (Ff)	7	FS24+42days

Dari tabel 5.3 diatas, dapat dilihat bahwa hubungan yang memiliki keterkaitan antar masing-masing kegiatan yang menentukan urutan rangkaian pelaksanaan serta dapat mempengaruhi durasi proyek. Untuk menentukan hubungan ketergantungan pekerjaan dilakukan sesuai dengan pengamatan dilapangan dan hasil diskusi dengan pihak pelaksana dilapangan.

5.3.3 Menghitung Nilai ES, LS, EF, LF

Menghitung besarnya nilai ES, LS digunakan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*), mulai dari kegiatan paling awal dan di lanjutkan dengan kegiatan berikutnya, sedangkan menghitung besarnya nilai EF, dan LF digunakan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*), mulai dari kegiatan paling akhir dan dilanjutkan dengan kegiatan sebelumnya. Berikut tabel 5.4 rekapitulasi perhitungan nilai ES, LS, EF dan LF.

Tabel 5.4 Perhitungan Nilai ES, LS, EF, LF

No	Pekerjaan	Durasi (hari)	ES	LS	EF	LF
I	STASIUN KARANGANYAR 438+998.25					
1	Bongkar Peron Eksisting	140	0	0	140	140
2	Membuat Peron Sedang	139	0	1	139	140
3	Pembongkaran Overcaping eksisting termasuk angkut	138,33	0	1	139	140
4	Pembuatan Overcaping	138,66	0	1	139	140
5	Pembuatan Shelter	280	0	85	280	365
6	Rehabilitasi Gedung	138,5	140	226	279	365
7	Membuat gedung multi guna	139,67	140	225	280	365
8	Membuat pagar panel beton	139,5	140	225	280	365
9	Membuat pagar ornament	140	140	190	280	330
10	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan	35	280	330	315	365
11	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan	34	280	331	314	365
II	PEMAGARAN					
12	Pagar Tipe I	34,17	280	330	315	365
III	STASIUN SRUWENG 443+084.89					
13	Bongkar Peron Eksisting	140	0	225	140	365
14	Membuat Peron Sedang	139,17	0	1	140	141
15	Rehabilitasi Gedung	138,5	140	226	279	365
16	Membongkar Gudang	138	140	227	278	365
17	Membuat gedung multi guna	139,67	140	225	280	365
18	Membuat pagar panel beton	139,5	140	225	280	329

Lanjutan Tabel 5.4 Perhitungan Nilai ES, LS, EF, LF

No	Pekerjaan	Durasi (hari)	ES	LS	EF	LF
19	Membuat pagar ornament	140	140	189	280	329
20	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan	35	280	330	315	365
21	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan	34	280	331	314	365
IV	PEMAGARAN					
22	Pagar Tipe I	34,17	280	330	315	365
V	BOX CULVERT					
23	Membuat konstruksi Jembatan darurat	140	140	140	280	280
24	Mengeluarkan Jembatan Lama	35	280	280	315	315
25	Merucat Jembatan Lama	35	280	330	315	365
26	Membongkar Pasangan Batu termasuk buangan	70	210	259	280	329
27	Galian Tanah dengan termasuk buangan	70	140	189	210	259
28	Urugan tanah kembali di padatkan	35	280	330	315	365
29	Membuang Tanah dan material bekas bongkaran	35	280	330	315	365
30	Pasangan Batu Kosong (Aanstamping)	70	140	189	210	259
31	Pasang Batu kali untuk talud dan lantai hidrolika	106	210	259	316	365
32	Plester dan acian untuk talud dan lantai hidrolika	35	280	330	315	365
33	Urugan Granular backfill	36	280	329	316	365
34	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175	70	210	295	280	365
35	Cor Beton Struktural K-300 untuk Box Culvert termasuk talut dan lantai hidrolika	71	210	294	281	365
36	Pembesian beton	70	140	295	210	365
37	Bekisting	70	210	295	280	365
VII	PERLINTASAN SEBIDANG					
38	Pagar Pengaman	28	280	337	308	365
39	Bongkar Aspal	27,17	280	329	308	357
40	Cor beton K-250	7,17	308	357	316	365
41	Pembesian	7	308	358	315	365
42	Pasangan batu kali	7	308	358	315	365
43	Plester dan Acian	7	308	358	315	365
44	Pasangan batu kosong	7	308	358	315	365
45	Rabat beton	7	308	358	315	365

Lanjutan Tabel 5.4 Perhitungan Nilai ES, LS, EF, LF

No	Pekerjaan	Durasi (hari)	ES	LS	EF	LF
46	French drain	7	308	358	315	365
47	Galian Tanah	7,17	308	357	316	365
48	Sub Base Course	7	308	358	315	365
49	Asphalt Treated Base Coarse	70	294	295	364	365
50	Membuat pintu perlintasan, gardu dan perlengkapannya di JPL No. 548 dan No. 555	175	119	120	294	295
VII	OPEN CHANNEL DAN PENAHAN BALAS					
51	Galian Tanah termasuk buangan	7	357	358	364	365
52	Pasangan pondasi batu kosong (aanstamping)	7,33	357	358	364	365
53	Pasangan batu kali	6,83	357	358	364	365
54	Plester dan acian	7	357	358	364	365
55	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175	7	357	358	364	365
56	Cor Beton Struktural Ready mix K-250 untuk Open Channels dan Penahan Ballast	7,33	357	357	365	365
57	Pembesian beton	7	357	358	364	365
58	Bekisting	7	357	358	364	365

5.3.4 Menentukan Lintasan Kritis

Lintasan kritis didapatkan setelah memiliki nilai EET (*Early Event Time*) dan nilai LET (*Latest Event Time*), penentuan dari lintasan kritis dapat dilihat dari Network Diagram yang telah dibuat. Lintasan kritis menunjukkan waktu yang paling lama dari seluruh penyelesaian sebuah proyek, jika kegiatan yang berada dalam lintasan kritis terlambat, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan juga akan tertunda. Lintasan kritis selalu melalui kejadian dengan nilai $EET = LET$ atau $LET = EET = 0$.

Tabel 5.5 Pekerjaan pada lintasan kritis

ID Pekerjaan	Pekerjaan Struktur	TE
	STASIUN KARANGANYAR 438+998.25	
A	Bongkar Peron Eksisting	140
	BOX CULVERT	
W	Membuat konstruksi Jembatan darurat	140
X	Mengeluarkan Jembatan Lama	35
	OPEN CHANNEL DAN PENAHAN BALAS	
Dd	Cor Beton Struktural Ready mix K-250 untuk Open Channels dan Penahan Ballast (Dd)	7,33

5.3.5 Analisis Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan

Dalam perhitungan waktu penyelesaian pekerjaan menggunakan metode PERT diketahui dengan adanya derajat ketidakpastian dari masing-masing kegiatan. Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang pasti. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan (Soeharto, 1995), hal ini disebabkan karena adanya rentang waktu antara durasi optimis (a) dan durasi pesimis (b) yang menandai derajat ketidakpastian. Semakin besarnya ketidakpastian yang terjadi tergantung pada besarnya angka-angka dari (a) dan (b), semakin kecil nilai varians menunjukkan bahwa semakin besar kemungkinan suatu pekerjaan diselesaikan tepat waktu, dan juga sebaliknya.

Parameter yang menjelaskan hal tersebut dikenal dengan standar deviasi dan varians kegiatan. Perhitungan standar deviasi ini berguna untuk mendapatkan probabilitas selesainya sebuah proyek sesuai dengan waktu yang diharapkan. Untuk waktu penyelesaian proyek tersebut tergantung dari waktu dan perhitungan standar deviasi (S) dan varian kegiatan (V), berikut adalah contoh perhitungan standar deviasi (S) dan varian kegiatan (V) :

1. Nilai deviasi standar dan varians pekerjaan bongkar peron eksisting.

$$\text{Durasi optimis (a)} = 126 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi pesimis (b)} = 154 \text{ hari}$$

maka,

$$\begin{aligned} S &= \left(\frac{1}{6}\right) (b-a) \\ &= \left(\frac{1}{6}\right) (154 - 126) \\ &= 4,666 \\ V &= S^2 \\ &= 4,666^2 \\ &= 21,777 \end{aligned}$$

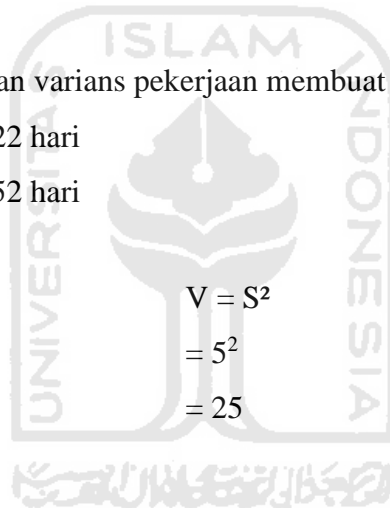
2. Nilai deviasi standar dan varians pekerjaan membuat peron sedang.

$$\text{Durasi optimis (a)} = 122 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi pesimis (b)} = 152 \text{ hari}$$

maka,

$$\begin{aligned} S &= \left(\frac{1}{6}\right) (b-a) \\ &= \left(\frac{1}{6}\right) (152 - 122) = 5 \end{aligned}$$



Berikut rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan rincian dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.6 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians item pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	Deviasi Standar (s)	Varians (v)
I	STASIUN KARANGANYAR 438+998.25		
1	Bongkar Peron Eksisting (A)	4,666	21,777
2	Membuat Peron Sedang (B)	5	25
3	Pembongkaran Overcaping eksisting termasuk angkut (C)	5,166	26,694
4	Pembuatan Overcaping (D)	5,333	28,444
5	Pembuatan Shelter (E)	4,666	21,777
6	Rehabilitasi Gedung (F)	4,833	23,361
7	Membuat gedung multi guna (G)	5	25
8	Membuat pagar panel beton (H)	4,5	20,25
9	Membuat pagar ornament (I)	4,666	21,777
10	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan (J)	2,333	5,444
11	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan (K)	2,333	5,444
II	PEMAGARAN		
12	Pagar Tipe I (L)	2,833	8,027
III	STASIUN SRUWENG 443+084.89		
13	Bongkar Peron Eksisting (M)	4,666	21,777
14	Membuat Peron Sedang (N)	4,833	23,361
15	Rehabilitasi Gedung (O)	4,833	23,361
16	Membongkar Gudang (P)	4,666	21,777
17	Membuat gedung multi guna (Q)	5	25
18	Membuat pagar panel beton (R)	4,5	20,25
19	Membuat pagar ornament (S)	4,666	21,777
20	Memasang tiang lampu termasuk pengadaan (T)	2,333	5,444
21	Instalasi Listrik dan Pembayaran Bulanan (U)	2,333	5,444
IV	PEMAGARAN		
22	Pagar Tipe I (V)	2,833	8,027
V	BOX CULVERT		
23	Membuat konstruksi Jembatan darurat (W)	4,166	17,361
24	Mengeluarkan Jembatan Lama (X)	2	4
25	Merucat Jembatan Lama (Y)	2,333	5,444
26	Membongkar Pasangan Batu termasuk buangan (Z)	2,166	4,694
27	Galian Tanah dengan termasuk buangan (a)	1,833	3,361
28	Urugan tanah kembali di padatkan (b)	2,333	5,444
29	Membuang Tanah dan material bekas bongkaran (c)	2,5	6,25

30	Pasangan Batu Kosong (Aanstamping) (d)	2	4
----	--	---	---



Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians item pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	Deviasi Standar (s)	Varians (v)
31	Pasang Batu kali untuk talud dan lantai hidrolika (e)	2,666	7,111
32	Plester dan acian untuk talud dan lantai hidrolika (f)	2,333	5,444
33	Urugan Granular backfill (g)	3,166	10,027
34	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175 (h)	2,166	4,694
35	Cor Beton Struktural K-300 untuk Box Culvert termasuk talut dan lantai hidrolika (i)	2	4
36	Pembesian beton (j)	2	4
37	Bekisting (k)	2,166	4,694
VI	PERLINTASAN SEBIDANG		
38	Pagar Pengaman (l)	2,333	5,444
39	Bongkar Aspal (m)	2,5	6,25
40	Cor beton K-250 (n)	0,833	0,694
41	Pembesian (o)	0,666	0,444
42	Pasangan batu kali (p)	0,666	0,444
43	Plester dan Acian (q)	0,666	0,444
44	Pasangan batu kosong (r)	0,666	0,444
45	Rabat beton (s)	0,666	0,444
46	French drain (t)	0,666	0,444
47	Galian Tanah (u)	0,833	0,694
48	Sub Base Course (v)	0,666	0,444
49	Asphalt Treated Base Coarse (w)	2,333	5,444
50	Membuat pintu perlintasan, gardu dan perlengkapannya di JPL No. 548 dan No. 555 (x)	4,666	21,777
VII	OPEN CHANNEL DAN PENAHAN BALAS		
51	Galian Tanah termasuk buangan (y)	0,666	0,444
52	Pasangan pondasi batu kosong (aanstamping) (z)	0,666	0,444
53	Pasangan batu kali (Aa)	0,5	0,25
54	Plester dan acian (Bb)	0,666	0,444
55	Membuat beton tumbuk (rabat beton) K-175 (Cc)	0,666	0,444
56	Cor Beton Struktural Ready mix K-250 untuk Open Channels dan Penahan Ballast (Dd)	1	1
57	Pembesian beton (Ee)	0,666	0,444
58	Bekisting (Ff)	0,666	0,444

5.4 Analisis Target Jadwal Penyelesaian (TD)

Sesuai jalur kritis yang diperoleh dari analisis yaitu pada kegiatan tersebut maka didapat total durasi yang diharapkan (TE) = 322,33 = 323 hari. Hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target $T(d)$ pada metode *PERT* dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Deviasi } z = \frac{T(d) - TE}{s}$$

Untuk mengetahui kemungkinan (*probability*) proyek selesai pada target penjadwalan $T(d)$, maka asumsikan target penyelesaiannya yaitu $T(d) = 364$ hari.

Total Varians yang dipakai adalah total Varians pada jalur kritis.

$$\begin{aligned} \text{Total } S &= S \text{ kegiatan A} + S \text{ kegiatan W} + S \text{ kegiatan X} + S \text{ kegiatan Dd} \\ &= 4,666 + 4,166 + 2 + 1 \\ &= 11,832 \end{aligned}$$

Dihitung z :

$$Z = \frac{T(d) - TE}{s} = \frac{364 - 323}{11,832} = -3,46$$

Dengan angka $z = -3,46$ (lihat pada tabel 5.7 *Apendix I* Distribusi Normal Kumulatif Z) diperoleh angka sebesar maka kemungkinan penyelesaian proyek pada $T(d) = 364$ hari adalah 27,01%. Yang mana hasil tersebut benar dikarenakan jika pelaksanaan proyek tidak terhambat oleh hambatan teknis, proyek akan selesai lebih cepat 41 hari dari pada perencanaannya namun pada kenyataannya proyek terlambat.

Tabel 5.7 Apendix I

DISTRIBUSI NORMAL KUMULATIF Z

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
- 0	5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
- .1	4002	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
- .2	4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
- .3	3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
- .4	3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
- .5	3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
- .6	2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
- .7	2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
- .8	2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
- .9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-1.1	1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.09853
-1.3	09680	09510	09342	09176	09012	08851	08691	08534	08379	08226
-1.4	08076	07927	07780	07636	07493	07353	07215	07078	06944	06811
-1.5	06681	06552	06426	06301	06178	06057	05938	05821	05705	05592
-1.6	05480	05370	05262	05155	05050	04947	04846	04746	04648	04551
-1.7	04457	04363	04272	04182	04093	04006	03920	03836	03754	03673
-1.8	03593	03515	03438	03362	03288	03216	03144	03074	03005	02938
-1.9	02872	02807	02743	02680	02619	02559	02500	024420	2385	02330
-2.0	02275	02222	02169	02113	02068	02026	01970	01923	01876	01831
-2.1	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	.01578	.01539	.01500	.01463	.01426
-2.2	.01390	.01355	.01321	.01287	.01255	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
-2.3	.01072	.01044	.01017	0 ⁹ 9903	0 ⁹ 9642	0 ⁹ 9387	0 ⁹ 9137	0 ⁸ 8894	0 ⁸ 8656	0 ⁸ 8424
-2.4	0 ⁸ 8198	0 ⁷ 7976	0 ⁷ 7760	0 ⁷ 7549	0 ⁷ 7344	0 ⁷ 7143	0 ⁶ 6947	0 ⁶ 6756	0 ⁶ 6569	0 ⁶ 6387
-2.5	0 ⁶ 6210	0 ⁶ 6037	0 ⁵ 5868	0 ⁵ 5703	0 ⁵ 5543	0 ⁵ 5386	0 ⁵ 5234	0 ⁵ 5085	0 ⁴ 4940	0 ⁴ 4799
-2.6	0 ⁴ 4661	0 ⁴ 4527	0 ⁴ 4396	0 ⁴ 4269	0 ⁴ 4145	0 ⁴ 4025	0 ³ 3907	0 ³ 3793	0 ³ 3681	0 ³ 3573
-2.7	0 ³ 3467	0 ³ 3364	0 ³ 3264	0 ³ 3167	0 ³ 3072	0 ² 2980	0 ² 2890	0 ² 2803	0 ² 2718	0 ² 2635
-2.8	0 ² 2555	0 ² 2477	0 ² 2401	0 ² 2327	0 ² 2256	0 ² 2186	0 ² 2118	0 ² 2052	0 ¹ 1988	0 ¹ 1926
-2.9	0 ¹ 1866	0 ¹ 1807	0 ¹ 1750	0 ¹ 1695	0 ¹ 1641	0 ¹ 1589	0 ¹ 1538	0 ¹ 1489	0 ¹ 1441	0 ¹ 1395
-3.0	0 ¹ 1350	0 ¹ 1306	0 ¹ 1264	0 ¹ 1223	0 ¹ 1183	0 ¹ 1144	0 ¹ 1107	0 ¹ 1070	0 ¹ 1035	0 ¹ 1001
-3.1	0 ⁹ 9676	0 ⁹ 9354	0 ⁹ 9043	0 ⁸ 8740	0 ⁸ 8447	0 ⁸ 8164	0 ⁷ 7888	0 ⁷ 7622	0 ⁷ 7364	0 ⁷ 7114
-3.2	0 ⁷ 6871	0 ⁶ 6637	0 ⁶ 6410	0 ⁶ 6190	0 ⁵ 5976	0 ⁵ 5770	0 ⁵ 5571	0 ⁵ 5377	0 ⁵ 5190	0 ⁵ 5009
-3.3	0 ⁴ 4834	0 ⁴ 4665	0 ⁴ 4501	0 ⁴ 4342	0 ⁴ 4189	0 ⁴ 4041	0 ³ 3897	0 ³ 3758	0 ³ 3624	0 ³ 3495
-3.4	0 ³ 3369	0 ³ 3248	0 ³ 3131	0 ³ 3018	0 ² 2909	0 ² 2803	0 ² 2701	0 ² 2602	0 ² 2507	0 ² 2415

5.5 Pembahasan

Pada saat penelitian dilakukan, proyek Pembangunan Gedung Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo ini tidak mempunyai jaringan kerja (*Network Planning*) seperti perhitungan *Project Evaluation And Review Technique* (PERT), pihak kontraktor hanya mempunyai atau hanya dapat memberikan data *Time Schedule* berupa kurva S, gambar proyek, dan data berdasarkan kejadian di lapangan.

Pada tahap awal penelitian dilakukan dengan wawancara durasi optimis (a), durasi yang paling mungkin (m), dan durasi pesimis (b). Setelah didapatkan durasi tersebut, dilakukan perhitungan Durasi yang diharapkan (TE) untuk mendapatkan durasi total. Lalu penyusunan uraian pekerjaan dilakukan berdasarkan *predecessor* yang ada, penyusunan ini dilakukan sesuai dengan hasil pengamatan dilapangan serta hasil diskusi dengan pihak pelaksana sehingga pada saat penyusunan uraian pekerjaan berdasarkan *predecessor* sesuai dengan kejadian di lapangan. Setelah tersusun, dapat digambarkan ke dalam Network Diagram PDM berupa *arrow diagram*, AON (*Activity On Node*), setelah digambarkan dapat menghitung *Early Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET) pada Network Diagram, dari hasil perhitungan tersebut didapatkan pekerjaan-pekerjaan yang termasuk ke dalam lintasan kritis (*critical path*) yang digambarkan dengan panah merah. Dalam membuat network diagram PDM harus dapat mengoperasikan aplikasi *Microsoft Project*.

Durasi total pada proyek dapat diperhitungkan setelah mendapatkan hasil dari *Early Event Time* (EET), maka dari hasil perhitungan tersebut untuk durasi total penjadwalan ulang pada proyek Pembangunan Gedung Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo dengan menggunakan metode PERT adalah 323 hari. Tahap selanjutnya adalah menghitung standar deviasi dan varians kegiatan yang mana dari hasil perhitungan didapatkan nilai tertinggi pada pekerjaan pembuatan overcaping dengan nilai 5,33 itu berarti pada pekerjaan tersebut terpadat kemungkinan tertinggi untuk terjadinya ketidakpastian waktu atau tidak sesuai durasi dilapangan dibandingkan dengan durasi yang sudah direncanakan, sebaliknya pada pekerjaan pasangan batu kali dengan nilai 0,5 yang berarti pekerjaan tersebut kemungkinan selesai tepat waktu.

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan metode PERT seperti yang telah disebutkan diatas bahwa proyek dapat diselesaikan selama 323 hari dan pada *Time Schedule Existing* proyek dibutuhkan waktu selama 364 hari dan berdasarkan hasil analisis tersebut, untuk target penyelesaian diperoleh nilai z yang jika dilihat pada tabel Appendix I pada buku Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional (Soeharto, 1995) diperoleh probabilitas proyek

selesai dengan target $T_d = 364$ hari adalah 27,01%, sehingga pada proyek Pembangunan Gedung Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo memiliki kemungkinan 27,01% untuk selesai sesuai dengan target yang direncanakan pada *time schedule existing*.

Perlu ditekankan di sini bahwa dalam menganalisis kemungkinan di atas dikesampingkan adanya usaha-usaha tambahan guna mempercepat penyelesaian pekerjaan, misalnya dengan penambahan sumber daya, jam lembur dan alat berat.

5.5.1 Perbandingan Jadwal *Existing* dengan *Reschedule*

Dalam melakukan perbandingan jadwal *Existing* proyek dengan jadwal *reschedule* menggunakan metode PERT didapatkan hasil yaitu selama 323 hari yang mana lebih cepat 41 hari dari jadwal *Existing* yaitu selama 364 hari. Hal tersebut dikarenakan pada analisis ini dilakukan ke dalam metode PDM menggunakan *Microsoft Project* yang artinya pada setiap pekerjaan dilakukan secara *Finish to Start* dan *Start to Start* dengan artian pekerjaan dapat dikerjakan setelah pekerjaan sebelumnya selesai dan pekerjaan dapat dimulai secara bersamaan. Adapun hal lain dikarenakan pada saat perencanaan tidak dipertimbangkan kemungkinan yang akan terjadi dilapangan pada saat pelaksanaan.

Keterlambatan yang terjadi pada proyek disebabkan oleh faktor cuaca yang tidak bisa diprediksi dan adanya kendala teknis terhambatnya surat izin pelaksanaan proyek, hal tersebut dijelaskan oleh narasumber yang diwawancara bahwa kedua hal di atas menjadi penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek. Kendala teknis yang dimaksud berupa perizinan dari Daop KAI wilayah dan pihak kepolisian setempat sehingga mengakibatkan mundurnya waktu dari yang telah ditentukan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada proyek Pembangunan Gedung Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil penelitian ini antara lain.

1. Berdasarkan analisis metode PERT waktu penyelesaian proyek yang diharapkan adalah 323 hari pada pekerjaan struktur.
2. Pada *Time Schedule Existing* rencana proyek dibutuhkan waktu selama 364 hari. Penjadwalan menggunakan metode PERT dibutuhkan waktu 323 hari maka jadwal rencana dengan menggunakan PERT lebih cepat 41 hari dibandingkan dengan jadwal *Existing*.
3. Peluang penyelesaian pada proyek Pembangunan Gedung Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo dalam waktu 364 hari adalah 27,01%.

6.2 SARAN

Adapun saran yang dapat disampaikan dari penelitian yang telah dilakukan dan dianalisis adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya.
 - a. Dalam pengerjaan Proyek Pembangunan Gedung Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoardjo dapat lebih memperhatikan tahap-tahap dalam mengoptimalkan waktu sehingga tidak adanya waktu yang melewati jadwal dari yang telah ditentukan dalam penyelesaian proyek.
 - b. Sebaiknya dilakukan penelitian dengan lebih banyak pekerjaan yang ada dalam sebuah proyek, dikarenakan banyaknya faktor-faktor yang berpengaruh diluar pekerjaan struktur.

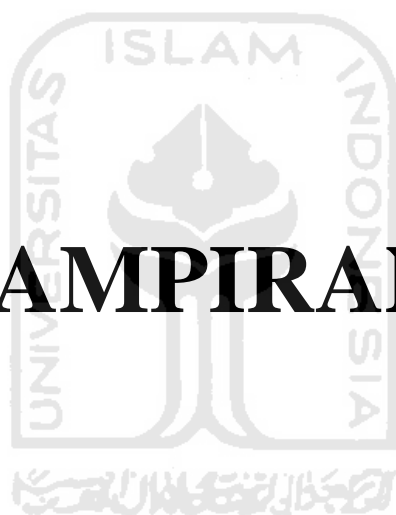
- c. Sebaiknya mewawancarai responden lebih dari satu supaya data yang didapat lebih akurat dan bisa menjadi perbandingan.
 - d. Dalam menentukan jenis proyek atau studi kasus yang akan dijadikan sebagai subyek penelitian, perlu diperhatikan kembali apakah data-data yang dibutuhkan lengkap atau sesuai dengan kebutuhan analisis sehingga akan lebih mempermudah dalam melakukan analisa dan meminimalisir penggunaan asumsi.
2. Kontraktor : Penelitian ini mungkin dapat menjadi salah satu pertimbangan kepada pihak pengelola proyek khususnya kontraktor dan konsultan dalam melakukan penjadwalan proyek dengan menggunakan metode *PERT (Program Evaluation and Review Technique)*.

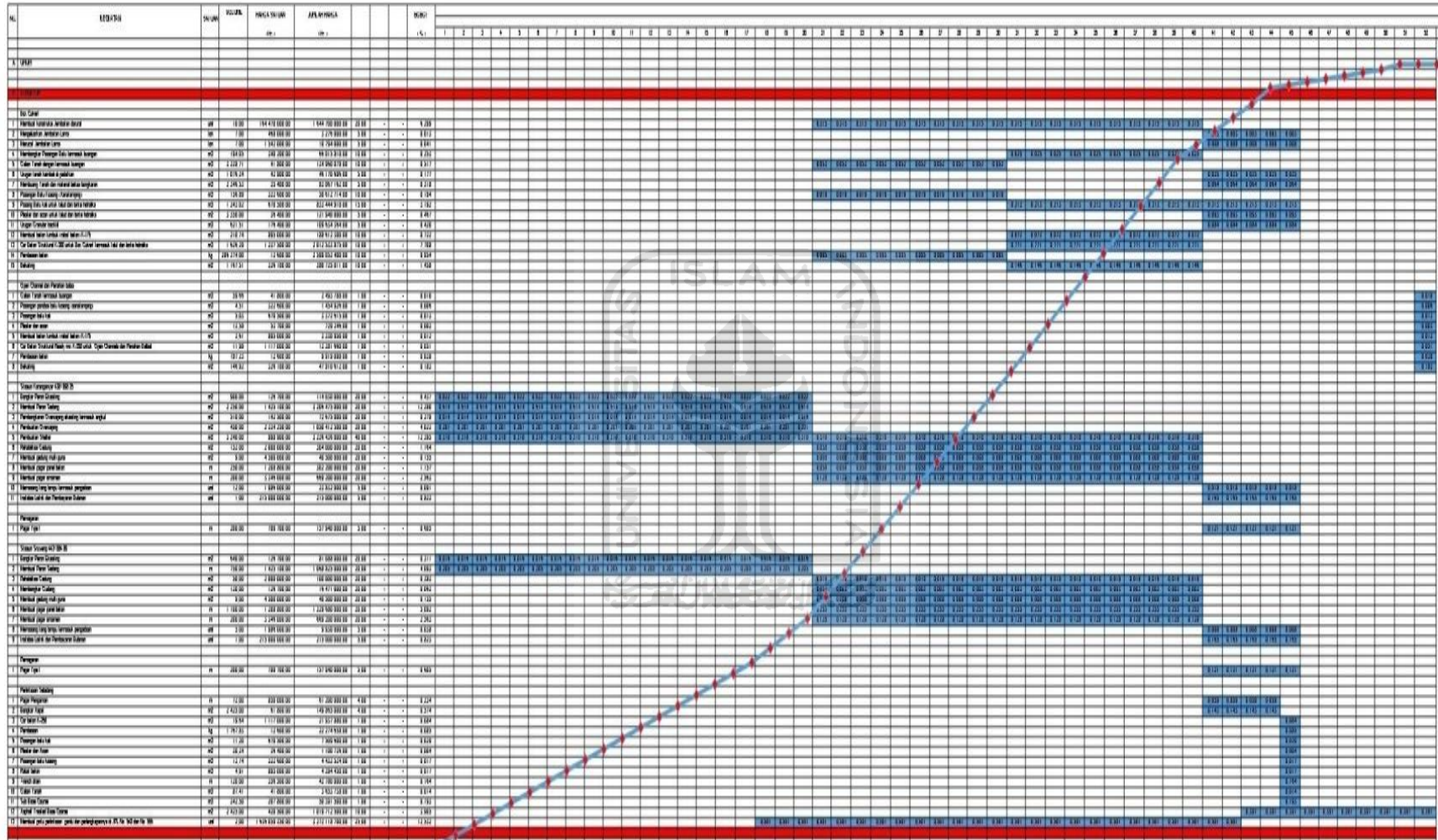


DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, M. Aryansyah dan Syahrizal. 2015. Analisis Penerapan Sistem Penjadwalan *CPM*, *PERT*, dan *LOB* pada Penjadwalan Proyek (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Kantor PT. Jasa Asuransi Indonesia – Pematang Siantar)
- Christian, dkk. 2013. Studi Kasus Penerapan Metode PERT Pada Proyek Gudang
- Dewi, Kharisma. 2005. Analisis Biaya Dan Waktu Dengan Kombinasi Metode PDM dan PERT, Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Layanan Terpadu Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Dwi, Fadilla Utari. 2016. Evaluasi Waktu Pekerjaan Dengan Menggunakan Metode PERT Pada Proyek Pembangunan Asrama LPTQ (Lembaga Pengembangan Tilawatil Quran), *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Teuku Umar Alue Peunyareng-Meulaboh Aceh.
- Ervianto, W.I. 2003. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit ANDI:Yogyakarta.
- Heru Lestiawan. 2014. Manajemen Waktu Dalam Proyek
- Kusnanto. 2010. Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung R.Kuliah dan Perpustakaan PGSD KLECO FKIP UNS Tahap I). *Tugas Akhir*. Universitas Sebelah Maret Solo.
- M. Fairuzabadi. 2009. *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*
- M. Fairuzabadi. 2013. Teknik Penjadwalan Proyek
- Soeharto, I. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek*, vol.1. Ciracas, Jakarta.

LAMPIRAN

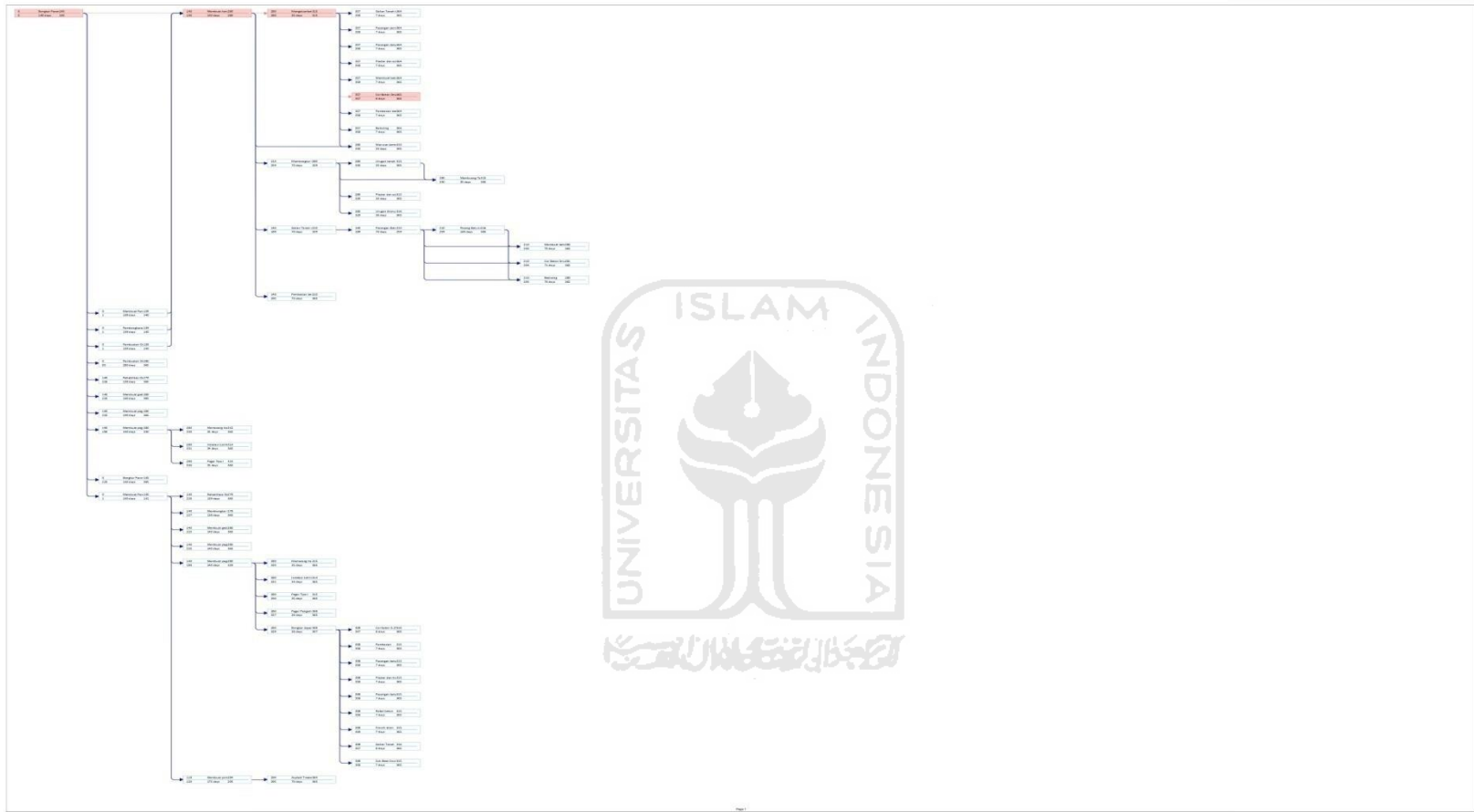




Lampiran 1. Time Schedule Proyek



Lampiran 2. Network Diagram PERT



Lampiran 3. ES, LS, EF, LF

Data Responden


1. Nama : Edo Andreza Fauzy Laksono
2. Jenis Kelamin : Laki-laki
3. Umur : 25 tahun
4. Pendidikan Terakhir :
a. SMA/SLTA/SMK b. D3 S1 d. Lainnya
5. Pengalaman Bekerja di Bidang Kontruksi :
 < 5th b. 5-10th c. 10-15th

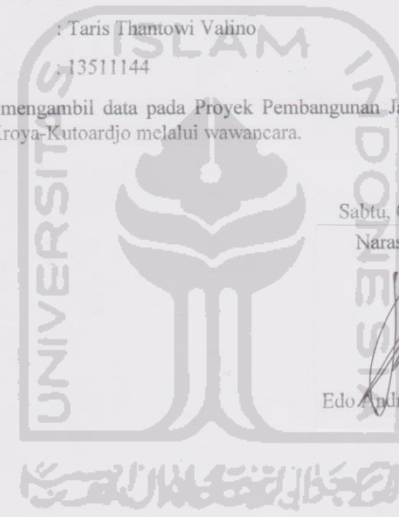
Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa di bawah ini.

Nama : Taris Thantowi Valino
NIM : 13511144

Benar telah mengambil data pada Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo melalui wawancara.

Sabtu, 09 November 2019
Narasumber Wawancara


Edo Andreza Fauzy Laksono



Lampiran 4. Surat Keterangan Responden