

TUGAS AKHIR

**PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PERT
STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
TILC UGM DI YOGYAKARTA
(*SCHEDULING PROJECT WITH PERT METHOD
CASE STUDY: BUILDING PROJECT OF TILC UGM AT
YOGYAKARTA*)**

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



**Novita Kristianti
14511195**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021**

TUGAS AKHIR

PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PERT STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG TILC UGM DI YOGYAKARTA (SCHEDULING PROJECT WITH PERT METHOD CASE STUDY: BUILDING PROJECT OF TILC UGM AT YOGYAKARTA)

Disusun oleh

**NOVITA KRISTIANTI
14511195**

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

Diuji pada tanggal : 26 Oktober 2021
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

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

Penguji I

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

Penguji II

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

Mengesahkan,
Program Studi Teknik Sipil



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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah dengan hasil cek plagiasi *Turnitin* 10% (surat terlampir pada lampiran). 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, 15 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan,



Novita Kristianti

(14511195)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung TILC UGM di Yogyakarta*. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu (S1) pada Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat hambatan dalam penyusunan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai, serta motivasi, saran, kritik, masukan, dan dorongan semangat dari berbagai pihak, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Berkaitan dengan hal tersebut, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, nasihat, serta dukungan yang diberikan kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
2. Bapak Vendie Abma, S.T., M.T., selaku dosen penguji I dan Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., selaku dosen penguji II yang telah membimbing, menguji dan memberikan bekal ilmu beserta saran dan kritik selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Pak Ahmad, Pak Eren, Bu Nurul, sebagai narasumber proyek pembangunan Gedung TILC UGM yang senantiasa membimbing serta mengarahkan terkait data-data dan informasi di lapangan yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini.

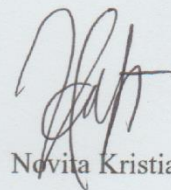
5. Keluarga penulis terutama Ibunda Sri Pangesti dan Ayah Sukarja yang selalu mendukung dan mendoakan, baik dari segi moral maupun materiil kepada penulis.
6. Yoga Mukhlis Syah yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penulisan Tugas Akhir.
7. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan materiil yaitu Mia, Ririn, Icha, Septi dan Lanny.
8. Seluruh *staff* dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
9. Dan seluruh pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan, serta jauh dari kata sempurna yang disebabkan keterbatasan dari penulis. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang dapat membangun serta menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini sehingga dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 15 Oktober 2021

Penulis,



Novita Kristianti

14511195

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batas Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Kesimpulan Penelitian Terdahulu	8
2.3 Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu	8
2.4 Perbandingan Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Umum	11
3.2 Penjadwalan Proyek	12
3.2.1 Metode Jalur Kritis (<i>Critical Path Method</i>)	12
3.2.2 Metode PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	14
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	21
4.1 Objek dan Subjek Penelitian	21

4.2 Pengumpulan Data	21
4.3 Variabel Penelitian	21
4.4 Lokasi Penelitian	21
4.5 Tahapan Penelitian	22
4.6 Bagan Alir Penelitian	23
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	25
5.1 Data Penelitian	25
5.2 Analisis Durasi yang Diharapkan (<i>Time Expected</i>)	28
5.3 Analisis Durasi yang Diharapkan pada Pekerjaan <i>Sequence</i>	32
5.4 Analisis Penjadwalan Proyek	36
5.4.1 Sketsa	36
5.4.2 Analisis Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan	37
5.5 Analisis Jalur Kritis	56
5.5.1 Analisis Standar Deviasi dan <i>Varians</i> Kegiatan	59
5.6 Analisis Target Penjadwalan Proyek	66
5.7 Pembahasan	68
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	72
6.1 KESIMPULAN	72
6.2 SARAN	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

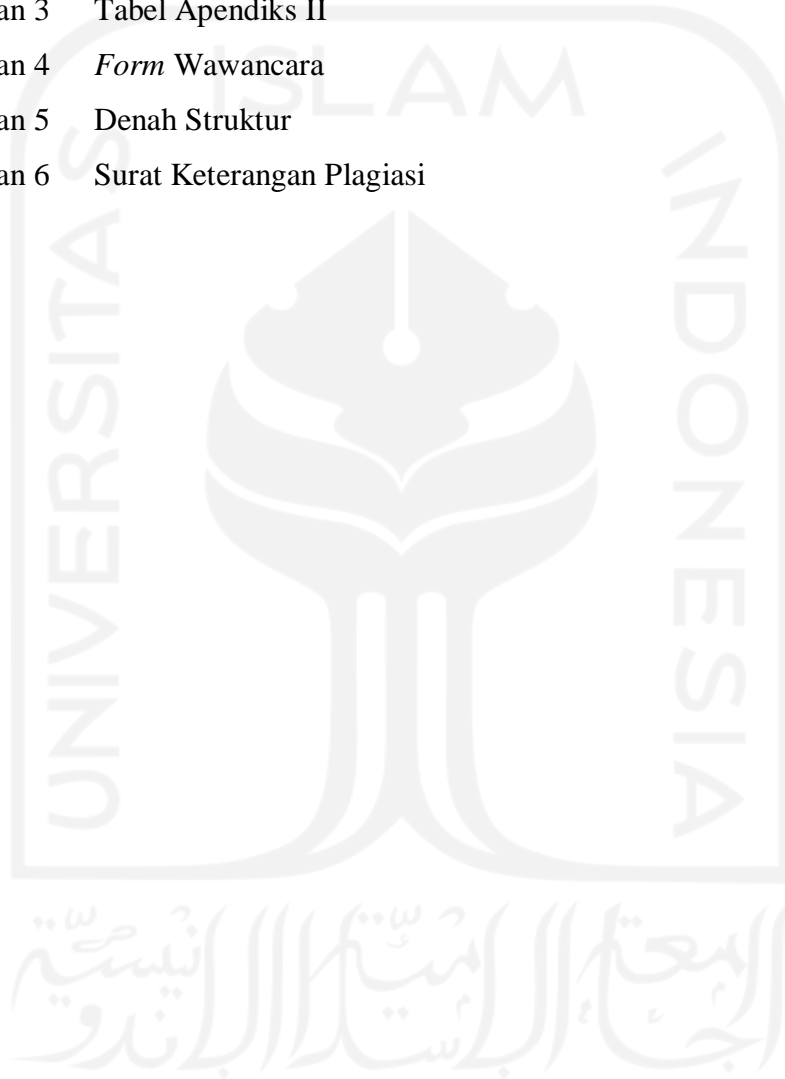
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian	9
Tabel 5.1	Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan Most Likely (m)	25
Tabel 5.2	Hasil Durasi yang Diharapkan	29
Tabel 5.3	Hasil Durasi Sequence yang Diharapkan	34
Tabel 5.4	Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-1	37
Tabel 5.5	Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-2	43
Tabel 5.6	Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-3	49
Tabel 5.7	Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-1	56
Tabel 5.8	Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-2	57
Tabel 5.9	Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-3	58
Tabel 5.10	Rekapitulasi Nilai Standar Deviasi & Varians Kegiatan Rincian Pekerjaan	60
Tabel 5.11	Rekapitulasi Varians Kegiatan Rincian Pekerjaan Sequence	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Hubungan Peristiwa dan Kegiatan pada AOA	12
Gambar 3.2	Diagram <i>Network</i> dengan CPM	13
Gambar 3.3	Kurva Distribusi Asimetris (Beta) dengan a , m , dan b	16
Gambar 3.4	Kurva Distribusi dengan Letak a , b , m , dan te	16
Gambar 3.5	Hubungan Antara Peristiwa	17
Gambar 4.1	Lokasi Proyek Pembangunan TILC UGM	22
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian	23
Gambar 5.1	Sketsa Gambar TILC UGM	36
Gambar 5.2	<i>Network Diagram</i> TILC UGM ke-1	40
Gambar 5.3	<i>Network Diagram</i> TILC UGM ke-2	46
Gambar 5.4	<i>Network Diagram</i> TILC UGM ke-3	52

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Izin Penelitian
- Lampiran 2 Time Schedule Proyek
- Lampiran 3 Tabel Apendiks II
- Lampiran 4 *Form* Wawancara
- Lampiran 5 Denah Struktur
- Lampiran 6 Surat Keterangan Plagiasi



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PERT	= <i>Project Evaluation Review Technique</i>
CPM	= <i>Critical Path Method</i>
PDM	= <i>Predecense Diagram Method</i>
AOA	= <i>Activity and Arrow</i>
AON	= <i>Activity on Node</i>
S	= Deviasi standar
$V(te)$	= <i>Varians kegiatan</i>
a	= Waktu <i>optimistic</i>
b	= Waktu <i>pessimistic</i>
m	= Waktu <i>most likely</i>
z	= Nilai deviasi
T(d)	= Waktu target
TE	= Waktu yang diharapkan
S	= Deviasi standar
EET	= <i>Earliest Event Time</i> yakni waktu tercepat dari peristiwa tersebut.
LET	= <i>Latest Event Time</i> yakni waktu terlama dari peristiwa tersebut.
Seq	= <i>Sequence</i> yakni urutan pengerjaan

ABSTRAK

Penjadwalan proyek merupakan sebuah cara untuk dapat diraihinya efisiensi dan efektifitas sebuah proyek dalam segi biaya, waktu, dan mutu. Banyak fakta di lapangan tentang pelaksanaan proyek yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ada. Hal ini meliputi hambatan dari segi waktu serta biaya yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ada. Gedung TILC milik UGM merupakan salah satu proyek gedung tinggi dengan jumlah 8 lantai.

Metode PERT merupakan salah satu dari metode penjadwalan proyek yang memiliki 3 durasi sebagai kunci untuk dapat dianalisis lebih lanjut yaitu optimis (a), pesimis (b), dan paling mungkin (m). Dalam penelitian ini, metode CPM (*Critical Path Method*) digunakan waktu yang diharapkan (TE) untuk dapat diperoleh nilai EET (*Earliest Event Time*) dan LET (*Latest Event Time*). Standar deviasi dan *varians* kegiatan dianalisis hingga diperoleh nilai z.

Hasil yang didapatkan dari 3 percobaan penjadwalan ulang adalah durasi harapan *reschedule* yakni 240.178 hari, dengan nilai T(d) adalah 161 hari, nilai *varians* kegiatan pada jalur kritis adalah 64.658. Hasil probabilitas optimal yang diperoleh adalah 11.12% dari durasi target jadwal yang ada.

Kata kunci: PERT, CPM dan Probabilitas.



ABSTRACT

Project scheduling is a way to achieve the efficiency and effectiveness of a project in terms of cost, time, and quality. Many facts in the field about the implementation of the project were not in accordance with the existing schedule. This included obstacles in terms of time and costs that are not in accordance with the existing schedule. The TILC Building of UGM is one of the tall building projects with a total of 8 floors.

The PERT method is one of the project scheduling methods which has 3 durations as a key to be further analyzed, named optimistic (a), pessimistic (b), and most likely (m). In this study, the CPM (Critical Path Method) method used the expected time (TE) to obtain the EET (Earliest Event Time) and LET (Latest Event Time) values. Standard deviations and variances of activities are analyzed until a z value is obtained.

The results obtained from 3 trials rescheduling is the expected duration of rescheduling that is 240.178 days, with the value of T (d) is 161 days, the value of the variance of activities on the critical path is 64.658. The result of the obtained optimal probability is 11.12% for the existing target duration schedule.

Keywords: PERT, CPM, Probabilità.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek merupakan gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material peralatan dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan (Husen, 2011). Pada dasarnya, proyek memiliki karakteristik akan waktu yang terbatas/dibatasi, yakni waktu awal dan waktu berakhirnya pelaksanaan proyek. Selain mempunyai karakteristik waktu, proyek juga merupakan sebuah kegiatan unik yang mempunyai pola/tahapan tertentu. Sehingga jika proyek yang tipikal dikerjakan di masa depan, akan menghasilkan hasil yang berbeda karena perbedaan kondisi pelaksanaan dan tahapan yang berbeda. Tujuan dari manajemen proyek itu sendiri adalah mencapai tujuan dan sasaran yang efektif serta efisien dari sebuah proyek yang dirangkum dalam biaya, waktu, dan mutu. Perencanaan pengendalian biaya dan waktu merupakan salah satu bagian dari keseluruhan manajemen konstruksi. Pada praktik di lapangan, penjadwalan waktu pelaksanaan proyek yang telah direncanakan dapat berbeda dengan waktu pelaksanaan realisasinya. Hal tersebut dapat terjadi jika timbul kondisi-kondisi yang memungkinkan adanya penyimpangan biaya dan waktu. Berdasarkan hal tersebut, pihak kontraktor akan dituntut untuk dapat mengendalikan penjadwalan waktu pelaksanaan proyek, sehingga resiko keterlambatan proyek serta pembengkakan biaya dapat dikurangi.

Pada penelitian ini dilakukan penjadwalan ulang untuk mengoptimalkan waktu pelaksanaan serta mengantisipasi keterlambatan proyek. Metode yang digunakan adalah PERT (*Project Evaluation and Review Technique*). Soeharto (2002) metode PERT mencakup tiga perkiraan waktu, yaitu:

- a. Waktu *pessimistic* (t_p), adalah waktu paling panjang yang mungkin diperlukan suatu kegiatan

- b. Waktu perkiraan paling mungkin atau *most likely* (tm), adalah waktu penyelesaian kegiatan-kegiatan proyek yang paling memungkinkan, atau memiliki probabilitas paling tinggi
- c. Waktu *Optimistic* (to), adalah waktu tercepat yang dapat dilakukan untuk melaksanakan kegiatan suatu proyek.

Penerapan metode penjadwalan PERT dengan tiga estimasi waktu (waktu pesimis, waktu optimis, dan *most likely*) tersebut, maka akan didapatkan estimasi waktu kegiatan yang paling mendekati akurasi, terutama pada kegiatan-kegiatan yang memiliki angka ketidakpastian yang tinggi antara waktu pesimis dan waktu optimis. Selain itu, dengan metode PERT juga dapat diketahui akan distribusi jalur kritis kegiatan proyek dan probabilitas penyelesaian waktu proyek. Penelitian dengan metode PERT ini mengambil studi kasus proyek pembangunan Gedung TILC milik Universitas Gajah Mada (UGM) yang berlokasi di Jalan Yacaranda Blimbing Sari, Caturtunggal, Kec. Depok, Kab. Sleman, Kota Yogyakarta. Pembangunan gedung ini merupakan salah satu dari proyek UGM yang terdiri dari empat paket yakni Gedung APSLC, DLC, TILC, dan FRC. Gedung ini direncanakan sebagai gedung dengan 8 lantai dan akan difungsikan sebagai pusat riset mahasiswa dan dosen SV UGM. Gedung ini direncanakan untuk dapat dipercepat pada pekerjaan struktur dan sisa durasi proyek yang tersedia dapat difokuskan pada pekerjaan arsitektur dengan durasi yang lebih lama. Perencanaan durasi tersebut merupakan pertimbangan dari pihak UGM yang menginginkan Gedung TILC memiliki arsitektural baik dengan filosofi pada tiap lantainya.

Penelitian pada studi kasus ini diharapkan dapat mengetahui hasil *reschedule* kinerja proyek dan mempermudah penjadwalan oleh pihak kontraktor agar mampu mengantisipasi permasalahan yang ada serta kemungkinan yang akan terjadi pada proyek-proyek selanjutnya di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada pada latar belakang dapat diuraikan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Berapa durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur proyek tersebut dengan metode PERT?
2. Bagaimana perbandingan antara jadwal *existing* proyek dengan jadwal proyek yang telah dilakukan *reschedule* menggunakan metode PERT pada pekerjaan struktur?
3. Kegiatan-kegiatan apa saja pada pekerjaan struktur yang tergolong jalur kritis dengan menggunakan metode PERT?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka dapat diuraikan juga tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur proyek tersebut dengan metode PERT.
2. Mengetahui perbandingan antara jadwal *existing* proyek dengan jadwal proyek yang telah dilakukan *reschedule* menggunakan metode PERT.
3. Mengetahui kegiatan-kegiatan apa saja pada pekerjaan struktur yang tergolong jalur kritis dengan menggunakan metode PERT.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah pengetahuan dan referensi tentang penerapan ilmu teknik sipil yang sejenis berkaitan dengan penerapan metode PERT.
2. Dapat dijadikan bahan pertimbangan atau dikembangkan lebih lanjut.
3. Membantu pelaku jasa pelaksanaan konstruksi dalam mengurangi resiko keterlambatan sehingga dapat menjaga dan meningkatkan kinerja.

1.5 Batas Penelitian

Agar penelitian ini dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, maka perlu adanya batasan-batasan penelitian sebagai berikut.

1. Pada penelitian ini digunakan metode penjadwalan ulang dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*).

2. Penelitian ini dilakukan terbatas pada pekerjaan struktur saja.
3. Penelitian ini mengambil studi kasus proyek pembangunan Gedung TILC UGM yang berlokasi di Jalan Yacaranda Blimbing Sari, Caturtunggal, Kec. Depok, Kab. Sleman, Kota Yogyakarta.
4. Data penelitian yang digunakan berupa *time schedule existing* proyek dan data wawancara waktu *pessimistic*, waktu yang paling mungkin atau *most likely*, dan waktu *optimistic* dari pihak pelaksana proyek untuk pekerjaan struktur.
5. Analisis data pada penelitian ini menggunakan *Software Microsoft Excel*, sedangkan untuk diagram *network* dibuat secara manual.
6. Analisis data dilakukan dengan data yang diambil sebelum terjadinya pandemi *Covid-19*.
7. Biaya proyek tidak termasuk ke dalam analisis.
8. Untuk pengambilan data primer dan data sekunder diambil di Kota Yogyakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebuah penelitian memerlukan bahan pertimbangan dan referensi dalam prosesnya serta mengantisipasi adanya duplikasi dari penelitian-penelitian sebelumnya. Atas alasan tersebut, maka akan dipaparkan hasil penelitian sebelumnya yang memiliki hubungan dengan penelitian ini sebagai berikut.

1. Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri.

Penelitian ini telah dilakukan oleh Iluk dkk. (2020). Pada penelitian ini, peneliti menerapkan optimalisasi penjadwalan guna mengetahui berapa lama proyek tersebut dapat diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan membandingkan metode CPM dan PERT pada gedung tingkat 3 yang diikuti dengan peningkatan biaya proyek.

Hasil penelitian yang didapatkan, peneliti menyatakan bahwa penjadwalan dengan metode bar chart memperoleh 140 hari waktu normal pada proyek tersebut, sedangkan metode CPM menghasilkan jangka waktu 105 hari dan metode PERT memperoleh jangka waktu 109 hari. Pada metode CPM total biaya pekerjaan percepatan (*crashing*) dengan penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 5.568.464.052 lebih minimum dari total biaya PERT sebesar Rp. 5.574.721.755 dengan selisih biaya Rp.6.257.703. Sedangkan dalam penambahan jam kerja (*lembur*) pada metode CPM juga memiliki biaya minimum sebesar Rp. 5.603.725.490 daripada metode PERT sebesar Rp. 5.612.082.633 yang mempunyai selisih Rp. 8.357.143.

2. Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega di Kota Tomohon Dengan Menggunakan Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Penelitian ini dilakukan oleh Masinambow (2019). Pada penelitian ini, Adapun tujuan akhir dari metode PERT adalah untuk memberikan informasi yang dapat digunakan untuk mempertahankan biaya proyek dalam anggaran tertentu.

Hasil penelitian yang didapatkan, dengan menggunakan penjadwalan dengan metode PERT pada proyek Menara Alfa Omega di Tomohon membutuhkan 245 hari dari durasi awal yakni 270 hari dengan tingkat keberhasilan sebesar 99.9 %. Hasil durasi yang 25 hari lebih cepat tersebut didapatkan jalur kritis yaitu pada kegiatan $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow O \rightarrow P \rightarrow Q \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z \rightarrow GA \rightarrow HA \rightarrow IA \rightarrow PA \rightarrow QA \rightarrow RA \rightarrow SA \rightarrow UA$.

3. Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan Menggunakan Metode PERT.

Penelitian ini dilakukan oleh Prasetyo dan Nugraheni (2019). Pada penelitian ini, peneliti menyatakan bahwa semakin banyak pekerjaan yang mengalami penundaan waktu penyelesaian, semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek secara keseluruhan. Dalam memperkirakan estimasi durasi penyelesaian proyek sebaiknya perlu dipertimbangkan faktor atau kemungkinankemungkinan yang bisa terjadi selama pengerjaan proyek. Metode PERT menggunakan 3 estimasi waktu untuk mendapatkan durasi penyelesaian proyek tersebut.

Hasil penelitian yang didapatkan, *output network diagram* CPM dengan metode PERT menghasilkan durasi 286 hari dari jadwal *existing* rencana proyek yaitu selama 210 hari yang berarti lebih lama penjadwalan ulang 76 hari, dengan peluang kemungkinan (*probability*) proyek selesai adalah 10.75% dari jadwal *existing*.

4. Perencanaan Proyek dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Jalan Tol Tebangi Besar-Kayu Agung Lampung PT Waskita Karya.

Penelitian ini telah dilakukan oleh Setiawan dan Handoyo (2021). Dalam penelitian ini, peneliti mengatakan bahwa mendefinisikan proses pengolahan data dilapangan sesuai dengan tujuan serta kebutuhan pengambilan keputusan, serta penyesuaian *predecessor* dibandingkan dengan kurva S. Dari hasil penelitian yang didapatkan, peneliti menyimpulkan bahwa dengan PERT dan CPM, proyek tersebut dapat dijadwalkan selama 119 hari dari waktu yang telah ditetapkan semula yakni 238 hari sehingga lebih efisien 119 hari lebih awal dari yang dijadwalkan. Maka lebih efektif 50% dari waktu yang ditetapkan.

Besarnya tingkat keyakinan yang diinginkan dalam menentukan waktu setiap kegiatan. Kemudian, alternatif penambahan shift kerja yang telah mengalami *crashing* sebanyak 32 kali memiliki biaya optimal sebesar Rp 39,154,229,627.03 dan waktu optimal selama 119 hari. Namun alternatif penambahan kapasitas alat menghasilkan waktu optimal selama 189 hari dan biaya optimal sebesar Rp 39,205,747,076.44 dengan proses *crashing* yang mencapai 12 kali *crashing*. Dengan hasil PERT dan CPM tersebut didapatkan alternatif yang pertama yaitu penambahan shift kerja dengan menghasilkan biaya total akhir sebesar Rp 39,154,229,627.03 dengan waktu selesai proyek selama 119 hari. Dibandingkan dengan kondisi normalnya, alternatif tersebut lebih menghemat waktu selama 119 hari dengan selisih biaya sebesar Rp 194,867,537.35. Namun untuk alternatif penambahan kapasitas alat memiliki selisih waktu selama 49 hari dengan menghemat biaya sebesar Rp 143,350,087.94.

5. Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Kantor Notaris Menggunakan Metode CPM dan PERT.

Penelitian ini telah dilakukan oleh Tiara dan Marwan (2019) dalam penelitian ini mengungkapkan bahwa pada umumnya penjadwalan proyek menggunakan estimasi durasi yang pasti. Namun, banyak faktor ketidakpastian (*uncertainty*) sehingga durasi masing-masing kegiatan tidak dapat ditentukan dengan pasti. Faktor penyebab ketidakpastian durasi tersebut diantaranya adalah produktivitas pekerja, cuaca dan lain-lain. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan maka didapatkan perhitungan CPM diperoleh waktu pengerjaan proyek selama 150 hari dan jalur kritisnya adalah A, B, D, E, G, H, I, J. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT diperoleh waktu pengerjaan proyek selama 156 hari dan jalur kritisnya yang sama. Jika dibandingkan kedua metode tersebut, perhitungan menggunakan metode CPM lebih cepat 6 hari dibandingkan dengan teknik perhitungan metode PERT. Sehingga untuk tahap mempercepat pejadwalan digunakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode CPM karena memiliki total durasi paling cepat.

2.2 Kesimpulan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan uraian dari hasil penelitian yang terdahulu dapat disimpulkan bahwa metode PERT merupakan suatu alat manajemen proyek yang dapat menganalisa dan mengoptimalkan waktu pekerjaan proyek untuk menghindari faktor-faktor keterlambatan pekerjaan yang ada dalam lingkup pekerjaan konstruksi apapun.

2.3 Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Setelah diuraikan tinjauan pustaka dari penelitian yang terdahulu dapat diketahui persamaan dan perbedaan penelitian ini dan penelitian terdahulu. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang terdahulu yaitu pada penelitian ini digunakan metode PERT untuk merencanakan penjadwalan sama seperti penelitian yang terdahulu. Kemudian untuk perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang terdahulu yaitu jenis dan letak proyek yang ditinjau serta objek dari proyek yang ditinjau tersebut. Pada penelitian ini dilakukan penjadwalan ulang proyek dengan metode PERT yang mengambil studi kasus pada proyek pembangunan Gedung TILC UGM.

2.4 Perbandingan Penelitian

Berdasarkan uraian dari tinjauan pustaka di atas, berikut ini dapat dilihat rangkuman perbandingan penelitian terdahulu pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Iluk dkk. (2020)	Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri	Mengetahui jangka waktu pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan metode CPM dan PERT serta mengetahui selisih biaya yang terjadi dengan menggunakan metode CPM dan PERT.	1. Metode bar chart memperoleh 140 hari, metode CPM memperoleh 105 hari dan metode PERT memperoleh 109 hari. 2. Metode CPM total biaya (crashing) dengan penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 5.568.464.052 lebih minimum dari metode PERT sebesar Rp. 5.574.721.755 dengan selisih biaya Rp.6.257.703. Sedangkan dalam penambahan jam kerja (lembur) pada metode CPM memiliki biaya minimum sebesar Rp. 5.603.725.490 daripada metode PERT sebesar Rp. 5.612.082.633 dengan selisih Rp. 8.357.143.
2.	Masinambow (2019)	Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega di Kota Tomohon Dengan Menggunakan Metode PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	Mengetahui masa penyelesaian pekerjaan yang paling efektif dengan tingkat keberhasilan mencapai 99%.	Metode PERT didapatkan 245 hari dari durasi awal yakni 270 hari dengan tingkat keberhasilan sebesar 99.9 %. Hasil durasi yang 25 hari lebih cepat tersebut didapatkan jalur kritis yaitu pada kegiatan $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow O \rightarrow P \rightarrow Q \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z \rightarrow GA \rightarrow HA \rightarrow IA \rightarrow PA \rightarrow QA \rightarrow RA \rightarrow SA \rightarrow UA$
3.	Prasetyo dan Nugraheni (2019)	Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan Menggunakan Metode PERT	Mengetahui durasi penyelesaian proyek dan mengetahui perbandingan waktu pelaksanaan antara jadwal <i>existing</i> proyek dengan <i>reschedule</i> menggunakan metode PERT.	<i>Output network diagram</i> CPM dengan metode PERT menghasilkan durasi 286 hari dari jadwal <i>existing</i> rencana proyek yaitu selama 210 hari yang berarti lebih lama penjadwalan ulang 76 hari, dengan peluang kemungkinan (<i>probability</i>) proyek selesai adalah 10.75% dari jadwal <i>existing</i> .

Sumber: Iluk dkk. (2020), Masinambow (2019), dan Prasetyo dan Nugraheni (2019)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Setiawan dan Handoyo (2021)	Perencanaan Proyek dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Jalan Tol Tebangi Besar-Kayu Agung Lampung PT Waskita Karya.	Mengevaluasi kinerja proyek pembangunan jalan tol Terbangi Besar-Kayu Agung Lampung dengan menggunakan metode PERT dan CPM dengan Panjang jalan tol sebesar 189,2 Km (117,6 mil)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penjadwalan dengan PERT dan CPM didapatkan 119 hari dari waktu semula yakni 238 hari, sehingga lebih efisien 119 hari lebih awal dari yang dijadwalkan. Maka lebih efektif 50% dari waktu yang ditetapkan. 2. Alternatif penambahan shift kerja merupakan pilihan optimal karena memiliki biaya optimal Rp 39,154,229,627.03 daripada penambahan kapasitas alat yakni dengan percepatan dengan alternatif shift kerja yang produktivitasnya dua kali lipat dari produktivitas normal. Waktu dan biaya proyek mengalami penurunan setelah dilakukan percepatan dengan metode <i>time cost trade off</i>, Percepatan dengan kedua alternatif tersebut dilakukan sampai mencapai lintasan kritis jenuh.
5.	Tiara dan Marwan (2019)	Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Kantor Notaris Menggunakan Metode CPM dan PERT	Menganalisis jadwal proyek menggunakan metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Project Evaluation And Review Technique) sehingga dapat mengetahui berapa lama suatu proyek dapat diselesaikan dengan optimal.	Perhitungan CPM diperoleh waktu pengerjaan proyek selama 150 hari dan jalur kritisnya adalah A, B, D, E, G, H, I, J. Sedangkan metode PERT diperoleh waktu pengerjaan proyek selama 156 hari dengan jalur kritis yang sama. Perhitungan dengan CPM lebih cepat 6 hari daripada PERT.
6.	Penelitian yang dilakukan	Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung TILC UGM Yogyakarta	Mengetahui durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur menggunakan metode PERT dan perbandingan antara jadwal <i>existing</i> dengan jadwal <i>reschedule</i> menggunakan metode PERT dan menentukan jalur kritis pada pekerjaan struktur.	-

Sumber: Setiawan dan Handoyo (2021), Tiara dan Marwan (2019), dan Penelitian yang dilakukan

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan *progress* waktu untuk penyelesaian proyek (Husen, 2009). Menurut Ahuja et al (1994) menyatakan kegiatan proyek konstruksi merupakan kegiatan yang rumit dan saling bergantung antara satu kegiatan dengan /agar kegiatan proyek berjalan sesuai yang diharapkan. Dengan meningkatnya tingkat kompleksitas proyek dan semakin langkanya sumber daya, maka dibutuhkan juga peningkatan sistem pengelolaan proyek yang baik dan terintegrasi.

Berdasarkan pernyataan-pernyataan di atas, penjadwalan proyek dapat disimpulkan mempunyai peranan penting dalam organisir semua sumber daya yang dihimpun dan ditetapkan untuk memenuhi kebutuhan proyek sehingga mencapai hasil yang ingin dicapai. Terlepas dari tujuan penjadwalan proyek tersebut, kenyataan di lapangan dapat bergeser dari sasaran perencanaan awal proyek yang dapat disebabkan berbagai faktor dan hambatan sehingga mengakibatkan proyek menjadi terlambat.

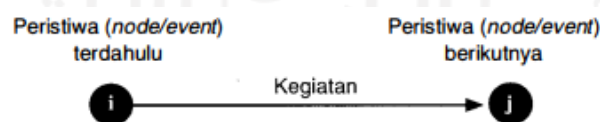
Untuk mengantisipasi pergeseran kenyataan antara di lapangan dan sasaran perencanaan awal , maka dilakukan pengendalian proyek. Pengendalian proyek ini dilakukan dengan mengawasi tiap pekerjaan serta penyimpangan-penyimpangan yang terjadi dari proses awal pengerjaan proyek hingga proses akhir dari proyek tersebut. Pengendalian proyek ini berfungsi sebagai parameter kesesuaian pengerjaan di lapangan dengan sasaran awal rencana proyek dengan cara pengawasan dan pembuatan laporan *progress* proyek secara berkala.

3.2 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapainya hasil optimal dengan dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada (Husen, 2011). Sebuah proyek memiliki sasaran yang telah direncanakan sebelumnya dan dalam prosesnya tersebut memiliki tiga batasan yakni biaya, mutu, dan waktu. Untuk mengkoordinasikan agar sasaran tersebut tercapai, pada penelitian ini dilakukan penjadwalan proyek dengan metode PERT disertai *output network diagram* berupa CPM.

3.2.1 Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*)

Critical Path Method (CPM) dikembangkan oleh Du Pond De Numours & Co dan Rimington Rand Univac sejak tahun 1957 untuk membangun suatu pabrik kimia. Metode ini melakukan pendekatan deterministik hanya pada satu jenis durasi saja pada kegiatannya atau disebut *Activity on Arrow* (AOA) dan memiliki lintasan kritis yang merupakan rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah durasi terlama sehingga dapat menunjukkan durasi penyelesaian proyek yang tercepat. Soeharto (1999) menyatakan, kegiatan pada anak panah, atau *Activity on Arrow* (AOA). Di sini kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Ekor anak panah merupakan awal dan ujungnya sebagai akhir kegiatan. Nama dan kurun waktu kegiatan berturut-turut ditulis di atas dan di bawah anak panah seperti pada gambar berikut Gambar 3.1.



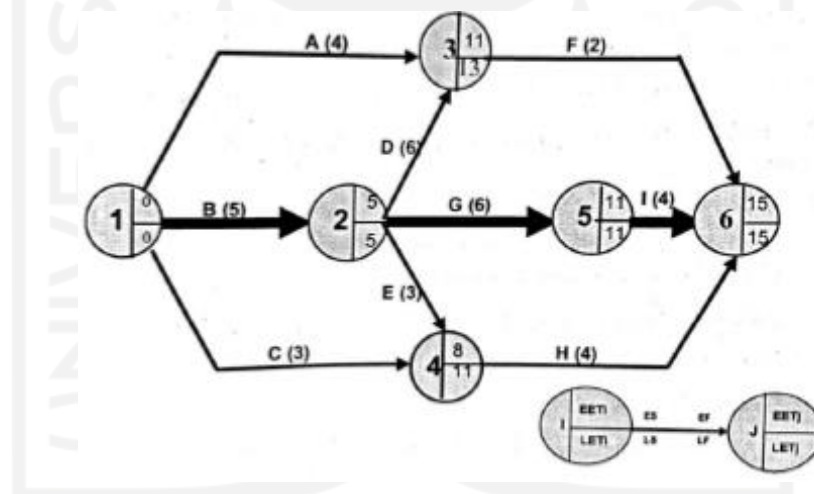
Gambar 3.1 Hubungan Peristiwa dan Kegiatan pada AOA

(Sumber: Soeharto, 1997)

Levin dan Kirkpatrick (1972) dalam Ridho dan Syahrizal (2014) menyatakan metode Jalur Kritis (*Critical Path Method-CPM*), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek, merupakan sistem yang paling banyak

dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

Dalam pembuatan jaringan pekerjaan CPM (*Critical Path Method*) yang mana menggunakan node berbentuk lingkaran, anak panah (*Activity On Arrow*) serta mempunyai anak panah putus-putus (*dummy*) yang merupakan garis kegiatan semu atau tidak membutuhkan sumber daya apapun. Penggunaan *Activity On Arrow* (AOA) ini dikarenakan diagram jaringan pekerjaan difokuskan pada peristiwa. Berikut ini merupakan contoh gambar diagram *network* tersebut.



Gambar 3.2 Diagram Network dengan CPM

(Sumber: Husen, 2009)

Keterangan:

EET : Earliest Event Time yakni waktu tercepat dari peristiwa tersebut.

LET : Latest Event Time yakni waktu terlama dari peristiwa tersebut.

i, j : Menunjukkan nomor peristiwa tersebut

Pada diagram tersebut anak panah menunjukkan arah kegiatan, urutan kegiatan, serta durasi kegiatan tersebut.

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

Metode PERT pertama kali diperkenalkan dalam sebuah perencanaan dan pengendalian proyek besar serta kompleks pada proyek pembuatan peluru kendali polaris untuk kapal selam di bawah permukaan air. Metode ini diuraikan dalam beberapa bagian sebagai berikut.

1. Pengertian PERT

PERT merupakan suatu metode penjadwalan proyek yang direkayasa untuk menghadapi ketidakpastian yang tinggi pada durasi kegiatan proyek dengan melakukan pendekatan yang menganggap bahwa durasi kegiatan dipengaruhi banyak faktor sehingga diterapkan *range* dengan memakai tiga estimasi. Tiga estimasi tersebut yaitu waktu *pessimistic* (t_p), waktu perkiraan paling mungkin atau *most likely* (t_m), dan waktu *optimistic* (t_o).

Metode PERT mempunyai persamaan dengan metode CPM (*Critical Path Method*) dalam hal penentuan kegiatan yang ada pada jalur kritis. Perbedaan antara keduanya terletak pada penambahan suatu kuantitas yang mengukur perkiraan nilai penyimpangan terhadap nilai harapan durasi dari setiap kegiatan. Sehingga dalam metode PERT orang dapat mengetahui tingkat ketepatan suatu jadwal di suatu *event* yang terdefiniskan dalam suatu network. Hal ini dilakukan dengan menghitung probabilitas terpenuhinya jadwal yang ditetapkan di *event* tersebut. (Maharesi, 2002)

PERT dapat memperkirakan durasi dengan tiga estimasi waktu bersamaan dengan parameter lain yaitu deviasi standard dan varians untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Metode PERT ini mengumpulkan komponen-komponen yang belum pasti untuk kemudian dianalisis kemungkinan-kemungkinannya agar dapat dilihat penyimpangan proyek atau telah memenuhi rencana awal proyek.

Selain tiga estimasi waktu tersebut, terdapat teori probabilitas pada metode PERT. Teori probabilitas bersama kurva distribusi akan memberikan informasi arti dari tiga estimasi tersebut. Menurut Soeharto (1997) menyatakan pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainty*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif.

2. Definisi istilah pada PERT

Dalam penggunaan metode PERT ini, Soeharto (1999) menjelaskan sistem PERT menggunakan istilah-istilah sebagai lambang dari komponennya sebagai berikut.

- a. Waktu *optimistic* (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. Waktu paling mungkin atau *most likely* (m) : Kurun waktu yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.
- c. Waktu *pessimistic* (b) : 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.
- g. *Time Expected* (TE) : Angka rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang-ulang dalam jumlah yang besar.
- h. Jalur kritis : Jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang bila terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.

3. Manfaat PERT

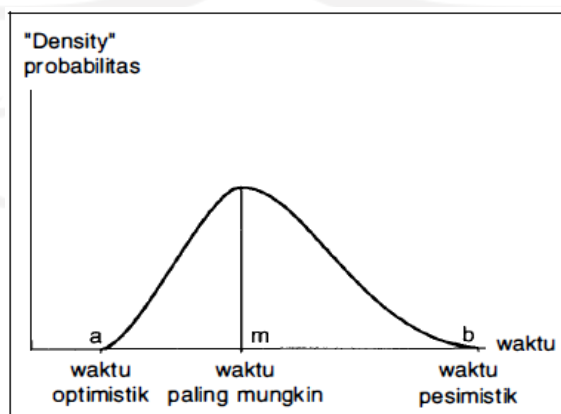
Ma'arif dan Tanjung (2003) menyatakan “PERT dapat bekerja dengan ketidakpastian melalui penggunaan waktu probabilitas”. PERT ini bahkan dapat mencari suatu ukuran tentang variabel waktu penyelesaian tercepat pada pekerjaan proyek.

4. Teori probabilitas PERT

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada subsubbab pengertian PERT, teori probabilitas ini diumpamakan seperti suatu dikerjakan secara berulang-ulang dengan anggapan kondisi yang sama. Berikut ini adalah pembagian dari teori probabilitas menurut Soeharto (1997) yang menjelaskan:

a. Kurva distribusi dan variable a , b , dan m

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat sebuah kurva distribusi yang dapat memberikan informasi arti dari a , b , dan m . Kurun waktu yang berada dipuncak merupakan m (waktu paling mungkin, sedangkan a dan b yang terletak pada tiap ujung rentang kurva merupakan waktu *optimistic* dan waktu *pessimistic*. Penentuan estimasi variabel-variabel ini dilakukan prinsip berdiri sendiri tanpa pengaruh pertimbangan akan mempengaruhi komponen lain maupun keseluruhan jadwal proyek. oleh karena itu, dalam penentuan estimasi variabel-variabel ini harus secara cermat, agar teori probabilitas menjadi lebih efisien dan benar akurasinya.



Gambar 3.3 Kurva Distribusi Asimetris (Beta) dengan a , m , dan b

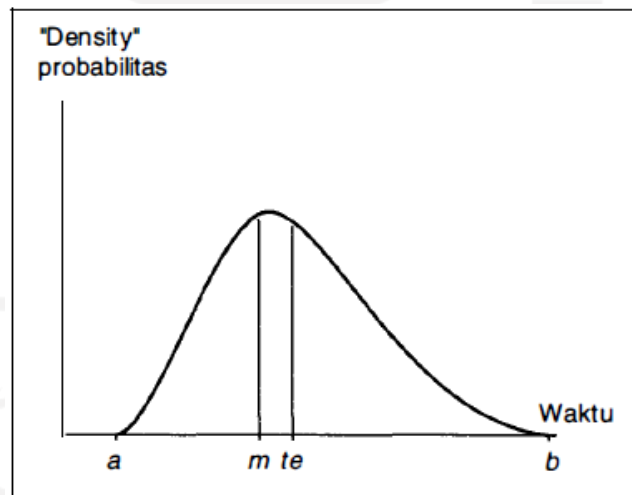
(Sumber: Soeharto, 1997)

b. Kurva distribusi dan *Time Expected* (*te*)

Setelah penentuan estimasi tiga waktu tersebut, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung berdasarkan ketiga estimasi tersebut menjadi satu waktu atau disebut sebagai *Time Expected* (*te*). Angka ini, merupakan hasil dari kegiatan yang berulang-ulang dalam jumlah yang besar. Hal ini dimungkinkan jika angka *a* (waktu *optimistic*) dan *b* (waktu *pessimistic*) bernilai sama dan nilai angka *m* (*most likely*) memiliki nilai yang tinggi jumlah kemungkinannya 4 kali lebih besar dari angka *a* dan *b*, maka didapatkan rumus:

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

Setelah mendapatkan hasil angka *te*, maka dibandingkan dengan hasil angka *m* untuk dimasukkan pada kurva distribusi asimetris beta. Jika pada angka *m* dan *te* dibuat garis tegak lurus, garis-garis tersebut akan membagi area yang sama besar yang dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Kurva Distribusi dengan Letak *a*, *b*, *m*, dan *te*
(Sumber: Soeharto, 1997)

5. Deviasi standar dan *varians*

Selain estimasi ketiga waktu, parameter lainnya yang diperlukan yaitu deviasi standar dan *varians*. Estimasi ketiga waktu tersebut dapat digunakan untuk mengukur tingkat ketidakpastian yang ada pada tiap kegiatan. Soeharto (1997)

menyatakan 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

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

Keterangan :

- S = Deviasi standar
- V(te) = Varians kegiatan
- a = Waktu *optimistic*
- b = Waktu *pessimistic*

7. Deviasi standar peristiwa dan *varians* peristiwa V(TE)

Pada deviasi standar peristiwa dan *varians* peristiwa V(TE), untuk mendapatkan deviasi standar peristiwa sama menggunakan rumus (3.4). Sedangkan untuk *varians* peristiwa V(TE) terbagi menjadi dua. Nilai V(TE) pada saat proyek dimulai memiliki nilai 0. Menurut Soeharto (1997) menyatakan V(TE) peristiwa yang terjadi setelah suatu kegiatan berangsur adalah sama besar dengan V(TE) peristiwa sebelumnya ditambah V(te) kegiatan tersebut, bila dalam rangkaian kegiatan tersebut tidak ada penggabungan. Hubungan tersebut dapat dilihat pada rumus (3.4) berikut ini.

$$V(TE)-2 = V(TE)-1 + V(te)1-2 \quad (3.4)$$

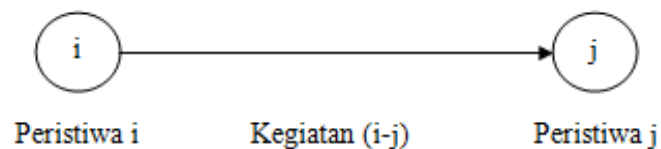
Keterangan:

- V(TE)-2 = *Varians* peristiwa kedua
- V(TE)-1 = *Varians* peristiwa pertama
- V(te)1-2 = *Varians* kegiatan antara peristiwa pertama dan kedua

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

8. Penentuan jalur kritis dan *slack*

Dalam penentuan jalur kritis dan *slack* ini digunakan konsep angka *te* dan angka *TE* (*the earliest time of occurrence*) serta angka *TL* (*the latest time of occurrence*). Dalam pengerjaannya dapat dilakukan sama dengan metode CPM. *Slack* sendiri mempunyai peran sebagai pertanda waktu kegiatan antara peristiwa yang dapat ditunda tanpa mempengaruhi total waktu penyelesaian keseluruhan proyek. Ilustrasi hubungan antara peristiwa dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan rumus (3.5) serta rumus (3.6) berikut ini.



Gambar 3.5 Hubungan Antara Peristiwa

$$(TE)-j = (TE)-i + te (i-j) \quad (3.5)$$

$$(TL)-i = (TL)-j - te (i-j) \quad (3.6)$$

Keterangan:

(TE)-i = angka waktu paling awal peristiwa i

(TE)-j = angka waktu paling awal peristiwa j

(TL)-i = angka waktu paling akhir peristiwa i

(TL)-j = angka waktu paling akhir peristiwa j

$te (i-j)$ = *time expected* / waktu yang diharapkan antara peristiwa i dan j

Jika pada perhitungan didapatkan selisih angka antara $(TE)-(TL) = 0$ atau *slack* = 0 maka kegiatan tersebut termasuk jalur kritis.

9. Target jadwal penyelesaian (TD)

Dalam penyelesaian akhir perhitungan untuk metode PERT, dilakukan perhitungan deviasi yang dilambangkan dengan simbol z . Nilai z ini tergabung dari dua hubungan antara waktu yang diharapkan (*TE*) dan target (*Td*). Hubungan tersebut dapat dilihat pada rumus (3.7) berikut.

$$z = \frac{T(d) - TE}{S} \quad (3.7)$$

Keterangan:

- z = Nilai deviasi
 $T(d)$ = Waktu target
 TE = Waktu yang diharapkan
 S = Deviasi standar

Setelah nilai dari z didapatkan, maka dapat dicari angka probabilitas yang ditentukan dengan tabel Apendix Distribusi Normal Kumulatif Z. Hasil probabilitas yang didapatkan menunjukkan besarnya kemungkinan proyek untuk dapat selesai pada jangka waktu yang telah direncanakan.

Dari CPM dan PERT, Soeharto (1999) menyatakan bahwa keduanya memakai teknik penyajian secara grafis dengan memakai diagram anak panah, lingkaran serta kaidah-kaidah dasar logika ketergantungan dalam menyusun urutan kegiatan. Perbedaan yang substansial terletak dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan. PERT memakai tiga angka estimasi bagi setiap kegiatan, yaitu optimistik, pesimistik, dan paling mungkin. Dengan memberikan rentang waktu ini, metode PERT bermaksud menampung adanya unsur-unsur yang belum pasti, kemudian menganalisis kemungkinan-kemungkinan sejauh mana proyek menyimpang atau memenuhi sasaran jadwal penyelesaian. Oleh karena itu, PERT banyak digunakan dalam bidang penelitian dan pengembangan, yang seringkali memiliki unsur waktu (periode) dari masing-masing kegiatan yang belum menentu. Sebaliknya, CPM menggunakan satu angka estimasi dan dalam praktek lebih banyak dipergunakan oleh kalangan industri atau proyek-proyek *engineering* konstruksi.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Objek dan Subjek Penelitian

Objek dari penelitian ini merupakan sebuah proyek pembangunan Gedung TILC UGM yang berlokasi di Jalan Yacaranda Blimbing Sari, Caturtunggal, Kec. Depok, Kab. Sleman, Kota Yogyakarta. Subjek penelitian ini yaitu penjadwalan ulang proyek dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) yang terbatas pada pekerjaan struktur saja.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan wawancara langsung terkait pekerjaan struktur pada pihak pelaksana proyek pembangunan proyek Gedung TILC UGM untuk diperoleh data waktu *pesimistic*, waktu yang paling mungkin, dan waktu *optimistic* pada pelaksanaan proyek sebagai data primer. Kemudian untuk data sekunder penelitian berupa *time schedule* proyek dan gambar struktur proyek yang diperoleh dari pihak pelaksana proyek.

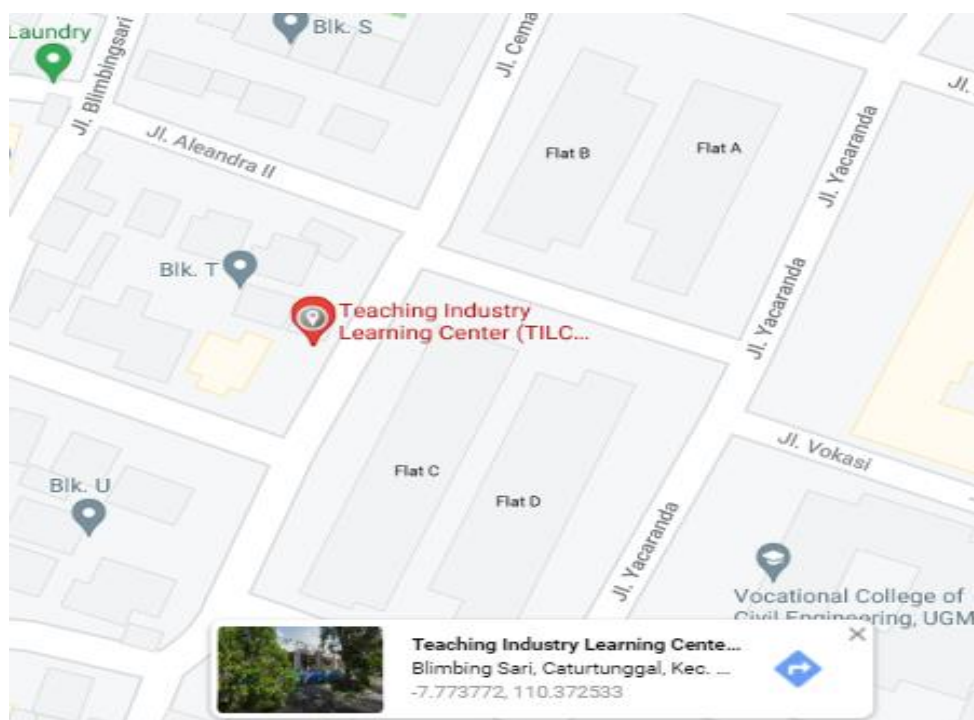
4.3 Variabel Penelitian

Variable yang digunakan pada penelitian ini berupa lama waktu pelaksanaan yang meliputi:

1. Waktu *pessimistic* (tp)
2. Waktu paling mungkin atau *most likely* (tm)
3. Waktu *optimistic* (to)

4.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada studi kasus proyek pembangunan Gedung TILC UGM ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut dengan koordinat -7.773756, 110.372537.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Gedung TILC UGM
(sumber: <https://www.google.com/maps>)

4.5 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang ada dalam sebuah penelitian dilakukan secara sistematis dan sesuai dengan kebutuhan analisa yang diperlukan. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

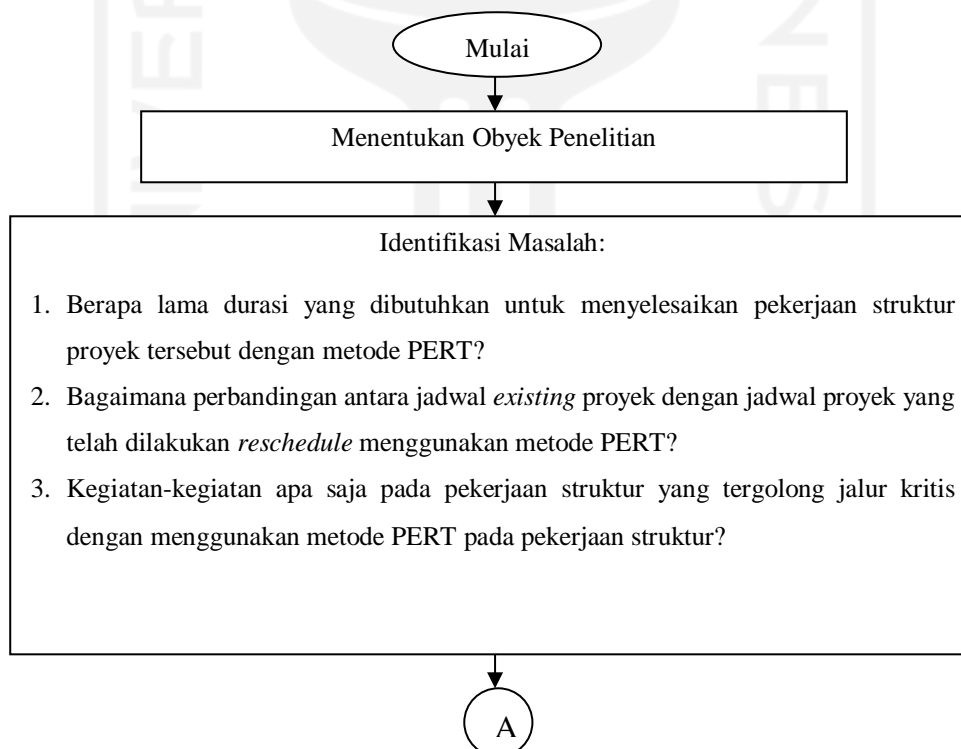
1. Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan studi literatur terkait penelitian yang dilakukan untuk mengetahui lebih jauh tentang penelitian ini dan menentukan pokok permasalahan dan data yang diperlukan untuk penelitian.
2. Pada pengumpulan data terbagi 2 yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa wawancara langsung kepada pihak pelaksana proyek di Yogyakarta terkait waktu *pesimistic*, waktu yang paling mungkin, dan waktu *optimistic*. Data sekunder berupa *time schedule* dan gambar struktur pelaksanaan proyek yang diminta langsung kepada otoritas yang mengerjakan Gedung TILC UGM.
3. Untuk pengolahan data dilakukan penentuan estimasi waktu *pessimistic*, waktu paling mungkin, dan waktu *optimistic* yang kemudian didapatkan hasil berupa

Time Expected (TE). Kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software Microsoft Excel* pada waktu *pessimistic* dan waktu *optimistic* untuk didapatkan deviasi standar dan *varians*.

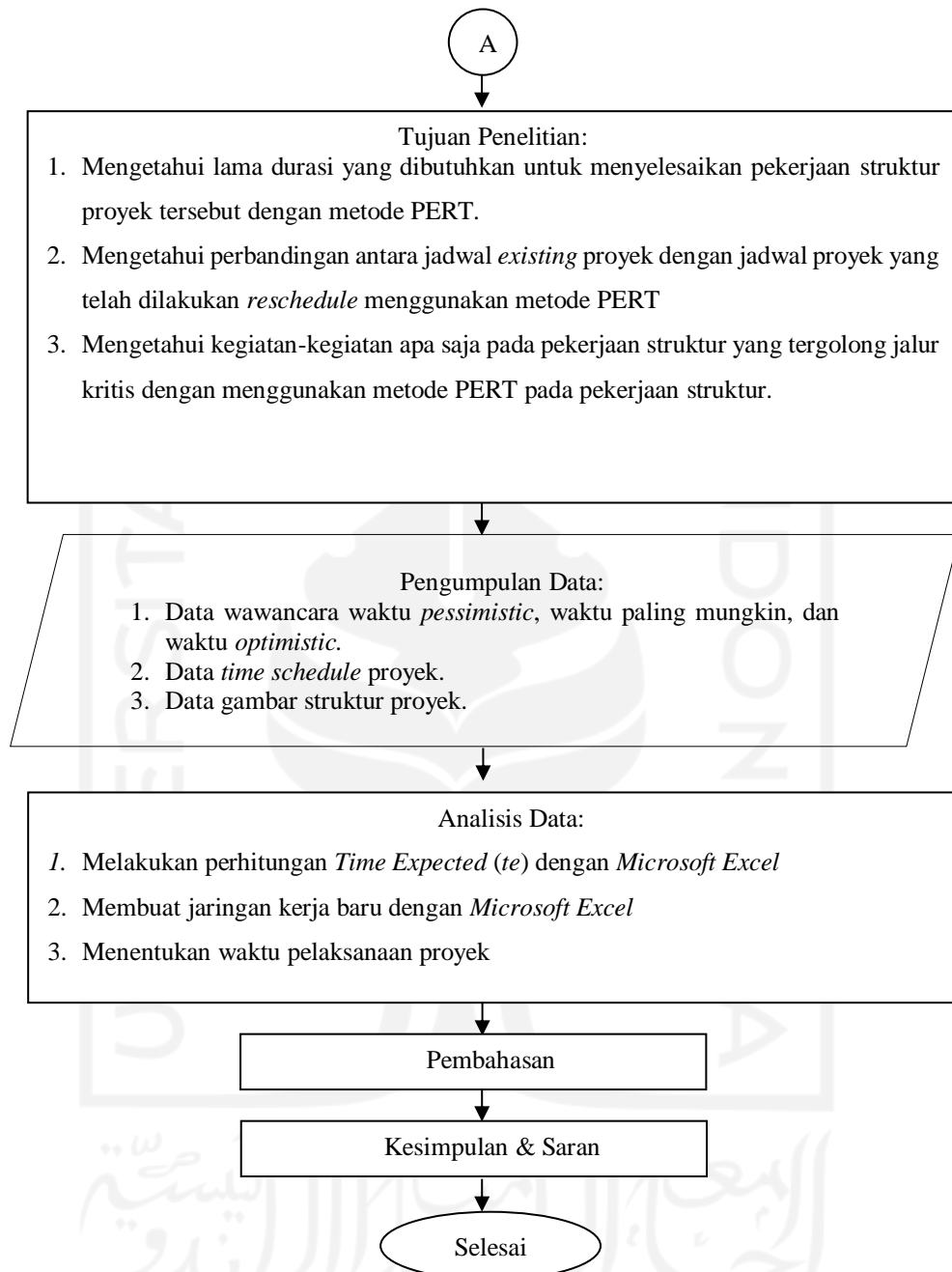
4. Dilakukan pembuatan jaringan kerja (*network diagram*) secara manual dari hasil *Time Expected* (TE).
5. Mencari jalur kritis serta probabilitas penyelesaian proyek

4.6 Bagan Alir Penelitian

Dalam sebuah penelitian dilakukan pendekatan yang terstruktur berupa pengidentifikasian masalah, studi literatur, subyek dan obyek penelitian, pengumpulan data, analisis data, pembahasan hasil serta kesimpulan dan saran. Untuk itu dibuat bagan alir (*flowchart*) yang memuat tahapan-tahapan pada penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Pada penelitian ini data primer berupa hasil wawancara durasi optimis (a), pesimis (b) dan *most likely* (m) diambil melalui pihak pelaksana proyek Gedung TILC. Gedung ini memiliki nilai kontrak sebesar Rp 74,322,678,000 dan seluas 9684.53 m² untuk 8 lantai dan *metal roof*. Wawancara ini dilakukan kepada beberapa pihak pelaksana proyek Gedung TILC yakni Ahmad Agus S. bagian Metode Lapangan, Nurul Amalia bagian POP, dan Eren Oki K. bagian BIM yang dapat dilihat lembar wawancara pada bagian Lampiran 4.

Berikut ini dapat dilihat hasil nilai rata-rata pada masing-masing durasi optimis (a), pesimis (b) dan *most likely* (m) yang didapatkan dari rata-rata durasi wawancara kepada beberapa pihak pelaksana proyek pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Hasil Rata-Rata Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a),
Pesimis (b), dan *Most Likely* (m)**

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
B	BANGUNAN GEDUNG TILC			
I	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH			
	<i>Bored Pile</i>	30.000	45.000	35.000
	Penggalian & Pembobokan	20.000	35.000	25.000
	<i>Termite Control</i>	10.000	19.667	15.333
	Lantai Kerja	7.667	14.333	10.000
	Bekisting	20.667	40.667	30.667
	Pembesian	35.667	50.667	40.667
	<i>Cor Pile Cap dan Tie Beam</i>	20.667	35.667	25.667
II	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS			
A	Plat Lt.1			
	Pembesian	20.000	35.000	25.000
	Pengecoran	20.000	35.000	25.000
B	Kolom Lt.1			
	Pembesian	15.000	27.000	20.000
	Bekisting	15.000	27.000	20.000
	Pengecoran	15.000	27.000	20.000

Lanjutan Tabel 5.1 Hasil Rata-Rata Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan *Most Likely* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
C	Plat Lt.2			
	Bekesting	20.000	30.000	25.000
	Pembesian	20.000	30.000	25.000
	Pengecoran	20.000	30.000	25.000
D	Tangga Lt.1			
	Bekesting	4.667	7.000	6.000
	Pembesian	6.333	9.667	7.333
	Pengecoran	2.333	4.000	3.000
E	Kolom Lt.2			
	Pembesian	15.000	27.000	20.000
	Bekesting	15.000	27.000	20.000
	Pengecoran	15.000	27.000	20.000
F	Plat Lt.3			
	Bekesting	20.000	30.000	25.000
	Pembesian	20.000	30.000	25.000
	Pengecoran	20.000	30.000	25.000
G	Tangga Lt.2			
	Bekesting	4.000	6.000	5.000
	Pembesian	5.333	8.000	6.667
	Pengecoran	2.000	3.000	2.000
H	Kolom Lt.3			
	Pembesian	15.000	27.000	20.000
	Bekesting	15.000	27.000	20.000
	Pengecoran	15.000	27.000	20.000
I	Plat Lt.4			
	Bekesting	15.000	25.000	20.000
	Pembesian	15.000	25.000	20.000
	Pengecoran	15.000	25.000	20.000
J	Tangga Lt.3			
	Bekesting	4.000	6.000	5.000
	Pembesian	5.333	8.000	6.667
	Pengecoran	2.000	3.000	2.000

Lanjutan Tabel 5.1 Hasil Rata-Rata Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan *Most Likely* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
K	Kolom Lt.4			
	Pembesian	8.000	20.000	14.000
	Bekesting	8.000	20.000	14.000
	Pengecoran	8.000	20.000	14.000
L	Plat Lt.5			
	Bekesting	15.000	25.000	20.000
	Pembesian	15.000	25.000	20.000
	Pengecoran	15.000	25.000	20.000
M	Tangga Lt.4			
	Bekisting	4.000	6.000	5.000
	Pembesian	5.333	8.000	6.667
	Pengecoran	2.000	3.000	2.000
N	Kolom Lt.5			
	Pembesian	8.000	20.000	14.000
	Bekesting	8.000	20.000	14.000
	Pengecoran	8.000	20.000	14.000
O	Plat Lt.6			
	Bekesting	15.000	25.000	20.000
	Pembesian	15.000	25.000	20.000
	Pengecoran	15.000	25.000	20.000
P	Tangga Lt.5			
	Bekesting	2.000	3.000	2.000
	Pembesian	2.000	3.000	2.000
	Pengecoran	1.000	2.000	1.000
Q	Kolom Lt.6			
	Pembesian	8.000	20.000	14.000
	Bekesting	8.000	20.000	14.000
	Pengecoran	8.000	20.000	14.000
R	Plat Lt.7			
	Pembesian	5.000	9.000	7.000
	Bekesting	5.000	9.000	7.000
	Pengecoran	5.000	9.000	7.000
S	Tangga Lt.6			
	Bekesting	2.000	3.000	2.000
	Pembesian	2.000	3.000	2.000
	Pengecoran	1.000	2.000	1.000

Lanjutan Tabel 5.1 Hasil Rata-Rata Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan *Most Likely* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
T	Kolom Lt.7			
	Pembesian	4.333	6.333	5.333
	Bekesting	4.333	6.333	5.333
	Pengecoran	4.333	6.333	5.333
U	Plat Lt.8			
	Bekesting	5.000	9.000	7.000
	Pembesian	5.000	9.000	7.000
	Pengecoran	5.000	9.000	7.000
V	Tangga Lt.7			
	Bekesting	2.000	3.000	2.000
	Pembesian	2.000	3.000	2.000
	Pengecoran	1.000	2.000	1.000
W	Kolom Lt.8			
	Pembesian	4.333	6.333	5.333
	Bekesting	4.333	6.333	5.333
	Pengecoran	4.333	6.333	5.333
X	Atap	5.000	9.000	7.000
Y	Tangga Lt.8			
	Bekesting	1.000	1.333	1.000
	Pembesian	1.000	2.000	1.000
	Pengecoran	1.000	1.333	1.000
Z	<i>Metal works</i>	31.667	46.667	36.667

5.2 Analisis Durasi yang Diharapkan (*Time Expected*)

Berdasarkan hasil wawancara durasi pada Tabel 5.1, maka dianalisis nilai durasi yang diharapkan (TE) pada masing-masing *item* pekerjaan sebagai berikut ini.

Dilakukan perhitungan *Termite Control* dengan

Durasi optimis (a) = 10.000 hari

Durasi pesimis (b) = 19.667 hari

Durasi *most likely* (m) = 15.333 hari

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

$$= \frac{10 + 19.667 + 15.333}{6}$$

$$= 15,167 \text{ hari}$$

Untuk rekapitulasi *item* pekerjaan lainnya, dapat dilihat pada table 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil Durasi yang Diharapkan

No	Uraian Pekerjaan	TE (hari)
B	BANGUNAN GEDUNG TILC	
I	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH	
	<i>Bored Pile</i>	35.833
	Penggalian & Pembobokan	25.833
	<i>Termite Control</i>	15.167
	Lantai Kerja	10.333
	Bekisting	30.667
	Pembesian	41.500
	<i>Cor Pile Cap dan Tie Beam</i>	26.500
II	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS	
A	Plat Lt.1	
	Pembesian	25.833
	Pengecoran	25.833
B	Kolom Lt.1	
	Pembesian	20.333
	Bekisting	20.333
	Pengecoran	20.333
C	Plat Lt.2	
	Bekisting	25.000
	Pembesian	25.000
	Pengecoran	25.000
E	Kolom Lt.2	
	Pembesian	20.333
	Bekisting	20.333
	Pengecoran	20.333
F	Plat Lt.3	
	Bekisting	25.000
	Pembesian	25.000
	Pengecoran	25.000

Lanjutan Tabel 5.2 Hasil Durasi yang Diharapkan

No	Uraian Pekerjaan	TE (hari)
G	Tangga Lt.2	
	Bekesting	5.000
	Pembesian	6.667
	Pengecoran	2.167
H	Kolom Lt.3	
	Pembesian	20.333
	Bekesting	20.333
	Pengecoran	20.333
I	Plat Lt.4	
	Bekesting	20.000
	Pembesian	20.000
	Pengecoran	20.000
J	Tangga Lt.3	
	Bekesting	5.000
	Pembesian	6.667
	Pengecoran	2.167
K	Kolom Lt.4	
	Pembesian	14.000
	Bekesting	14.000
	Pengecoran	14.000
L	Plat Lt.5	
	Bekesting	20.000
	Pembesian	20.000
	Pengecoran	20.000
M	Tangga Lt.4	
	Bekisting	5.000
	Pembesian	6.667
	Pengecoran	2.167
N	Kolom Lt.5	
	Pembesian	14.000
	Bekesting	14.000
	Pengecoran	14.000
O	Plat Lt.6	
	Bekesting	20.000
	Pembesian	20.000
	Pengecoran	20.000

Lanjutan Tabel 5.2 Hasil Durasi yang Diharapkan

No	Uraian Pekerjaan	TE (hari)
P	Plat Lt.5	
	Bekesting	2.167
	Pembesian	2.167
	Pengecoran	1.167
Q	Kolom Lt.6	
	Pembesian	14.000
	Bekesting	14.000
	Pengecoran	14.000
R	Plat Lt.7	
	Pembesian	7.000
	Bekesting	7.000
	Pengecoran	7.000
S	Tangga Lt.6	
	Bekesting	2.167
	Pembesian	2.167
	Pengecoran	1.167
T	Kolom Lt.7	
	Pembesian	5.333
	Bekesting	5.333
	Pengecoran	5.333
U	Plat Lt.8	
	Bekesting	7.000
	Pembesian	7.000
	Pengecoran	7.000
V	Tangga Lt.7	
	Bekesting	2.167
	Pembesian	2.167
	Pengecoran	1.167
W	Kolom Lt.8	
	Pembesian	5.333
	Bekesting	5.333
	Pengecoran	5.333
X	Atap	7.000
Y	Tangga Lt.8	
	Bekesting	1.056
	Pembesian	1.167
	Pengecoran	1.056

Lanjutan Tabel 5.2 Hasil Durasi yang Diharapkan

No	Uraian Pekerjaan	TE (hari)
Z	<i>Metal works</i>	37.500

5.3 Analisis Durasi yang Diharapkan pada Pekerjaan *Sequence*

Setelah durasi yang diharapkan (TE) pada tiap *item* pekerjaan didapatkan, maka durasi TE tersebut dibagi sesuai jumlah zona yakni ada 3 *sequence*. Tetapi pembagi *sequence* ini tergantung pada tipe pekerjaan yang ada. Pada saat wawancara durasi pekerjaan pembesian, bekisting, maupun pengecoran akan plat, didapatkan sama angkanya dikarenakan pekerjaan-pekerjaan tersebut saling bergantian dan ada yang bersamaan sehingga sulit untuk diestimasi durasi pekerjaannya. Sehingga pekerjaan pembesian, bekisting, pengecoran menjadi satu kesatuan pekerjaan utama. Begitupula berlaku untuk pekerjaan kolom pada tiap lantai. Pada pekerjaan struktur bawah dari *bored pile* hingga ke pekerjaan cor *pile cap* dan *tie beam* memiliki pembagi 1/3 pada tiap *sequence*.

Berikut ini dapat dilihat perhitungan pembagian durasi TE untuk pekerjaan *sequence*. Dilakukan perhitungan durasi TE *Bored Pile sequence* 1 dengan;

$$\begin{aligned}
 \text{TE Bored Pile seq 1} &= \frac{\text{TE Bored Pile}}{3} \\
 &= \frac{35.833}{3} \\
 &= 11.944 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Begitu pula TE *Bored Pile sequence* 2 dan TE *Bored Pile sequence* 3 memiliki hasil durasi yang sama dengan TE *Bored Pile sequence* 1.

Kemudian pada pekerjaan struktur atas seperti pelat lantai dan kolom dibagi sesuai dengan jumlah *sequence* yang berbeda pada tiap beberapa lantainya. Lantai 1 sampai lantai 3, memiliki 3 *sequence* perlantainya, yang mana antara *sequencenya* memiliki waktu persiapan untuk melanjutkan ke pekerjaan pada *sequence* selanjutnya. Waktu persiapan ini digabungkan dengan *sequence* pertama yang dikerjakan untuk dapat mempunyai persiapan pekerjaan pada *sequence* selanjutnya. Sehingga pembagi pada lantai 1 sampai lantai 3 pekerjaan seq 1, seq 2, dan seq 3 secara berurutan adalah 2/5, 2/5, dan 1/5. Pada lantai 4 sampai lantai 6 memiliki 2

sequence karena bangunan yang akan dibangun semakin naik ke atas semakin berkurang luasnya. Sama dengan lantai 1 hingga 3, lantai 4 sampai lantai 6 juga memiliki waktu persiapan antara *sequence*. Sehingga pembagi pada lantai 4 sampai lantai 6, pekerjaan seq 2 dan seq 3 secara berurutan adalah 2/3 dan 1/3. Berbeda dengan lantai-lantai di bawahnya, lantai 7 dan lantai 8 serta *metal works* hanya memiliki 1 *sequence* dan tidak ada pekerjaan persiapan, sehingga tidak perlu dibagi lagi durasi TE-nya. Pada pekerjaan tangga tidak mempunyai *sequence* karena pekerjaan yang tidak saling bergantung dengan pekerjaan lainnya, sehingga pekerjaan tangga memiliki durasi yang berbeda pada tiap detail pekerjaannya. Berikut ini dapat dilihat contoh perhitungan pembagian durasi TE untuk pekerjaan Plat Lt.1 seq 1, 2, & 3;

$$\begin{aligned} \text{TE Plat Lt.1 seq 1} &= \frac{\text{TE Plat Lt.1} * 2}{5} \\ &= \frac{25.833 * 2}{5} \\ &= 11.944 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TE Plat Lt.1 seq 2} &= \frac{\text{TE Plat Lt.1} * 2}{5} \\ &= \frac{25.833 * 2}{5} \\ &= 11.944 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TE Plat Lt.1 seq 3} &= \frac{\text{TE Plat Lt.1} * 1}{5} \\ &= \frac{25.833 * 1}{5} \\ &= 5.167 \text{ hari} \end{aligned}$$

Berikut ini dapat dilihat contoh perhitungan pembagian durasi TE untuk pekerjaan Plat Lt.4 seq 1, 2, & 3;

$$\begin{aligned} \text{TE Plat Lt.4 seq 2} &= \frac{\text{TE Plat Lt.4} * 2}{3} \\ &= \frac{20.000 * 2}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 13.333 \text{ hari} \\
 \text{TE Plat Lt.4 seq 3} &= \frac{\text{TE Plat Lt.4*1}}{3} \\
 &= \frac{20.000*1}{3} \\
 &= 6.667 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Hasil dari durasi TE *sequence* pekerjaan-pekerjaan lainnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil Durasi *Sequence* yang Diharapkan

Kode	Uraian Pekerjaan <i>Sequence</i>	TE (hari)
A	<i>Bored Pile</i> seq 1	11.944
B	<i>Bored Pile</i> seq 2	11.944
C	<i>Bored Pile</i> seq 3	11.944
D	Penggalian & Pembobokan seq 1	8.611
E	Penggalian & Pembobokan seq 2	8.611
F	Penggalian & Pembobokan seq 3	8.611
G	<i>Termite Control</i> seq 1	5.056
H	<i>Termite Control</i> seq 2	5.056
I	<i>Termite Control</i> seq 3	5.056
J	Lantai Kerja seq 1	3.444
K	Lantai Kerja seq 2	3.444
L	Lantai Kerja seq 3	3.444
M	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	10.222
N	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	10.222
O	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	10.222
P	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	13.833
Q	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	13.833
R	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	13.833
S	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	8.833
T	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	8.833
U	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	8.833
V	Plat Lt.1 seq 1	10.333
W	Plat Lt.1 seq 2	10.333
X	Plat Lt.1 seq 3	5.167
Y	Kolom Lt.1 seq 1	8.133
Z	Kolom Lt.1 seq 2	8.133
AA	Kolom Lt.1 seq 3	4.067
AB	Plat Lt.2 seq 1	10.000
AC	Plat Lt.2 seq 2	10.000
AD	Plat Lt.2 seq 3	5.000
AE	Bekisting Tangga Lt.1	5.944
AF	Pembesian Tangga Lt.1	7.556
AG	Pengecoran Tangga Lt.1	3.056
AH	Kolom Lt.2 seq 1	8.133

Lanjutan Tabel 5.3 Hasil Durasi *Sequence* yang Diharapkan

Kode	Uraian Pekerjaan <i>Sequence</i>	TE (hari)
AI	Kolom Lt.2 seq 2	8.133
AJ	Kolom Lt.2 seq 3	4.067
AK	Plat Lt.3 seq 1	10.000
AL	Plat Lt.3 seq 2	10.000
AM	Plat Lt.3 seq 3	5.000
AN	Bekesting Tangga Lt.2	5.000
AO	Pembesian Tangga Lt.2	6.667
AP	Pengecoran Tangga Lt.2	2.167
AQ	Kolom Lt.3 seq 1	8.133
AR	Kolom Lt.3 seq 2	8.133
AS	Kolom Lt.3 seq 3	4.067
AT	Plat Lt.4 seq 2	13.333
AU	Plat Lt.4 seq 3	6.667
AV	Bekesting Tangga Lt.3	5.000
AW	Pembesian Tangga Lt.3	6.667
AX	Pengecoran Tangga Lt.3	2.167
AY	Kolom Lt.4 seq 2	9.333
AZ	Kolom Lt.4 seq 3	4.667
BA	Plat Lt.5 seq 2	13.333
BB	Plat Lt.5 seq 3	6.667
BC	Bekisting Tangga Lt.4	5.000
BD	Pembesian Tangga Lt.4	6.667
BE	Pengecoran Tangga Lt.4	2.167
BF	Kolom Lt.5 seq 2	9.333
BG	Kolom Lt.5 seq 3	4.667
BH	Plat Lt.6 seq 2	13.333
BI	Plat Lt.6 seq 3	6.667
BJ	Bekesting Tangga Lt.5	2.167
BK	Pembesian Tangga Lt.5	2.167
BL	Pengecoran Tangga Lt.5	1.167
BM	Kolom Lt.6 seq 2	9.333
BN	Kolom Lt.6 seq 3	4.667
BO	Plat Lt.7	7.000
BP	Bekesting Tangga Lt.6	2.167
BQ	Pembesian Tangga Lt.6	2.167
BR	Pengecoran Tangga Lt.6	1.167
BS	Kolom Lt.7	5.333
BT	Plat Lt.8	7.000
BU	Bekesting Tangga Lt.7	2.167
BV	Pembesian Tangga Lt.7	2.167
BW	Pengecoran Tangga Lt.7	1.167
BX	Kolom Lt.8	5.333
BZ	Atap	7.000
CA	Bekesting Tangga Lt.8	1.056
CB	Pembesian Tangga Lt.8	1.167
CC	Pengecoran Tangga Lt.8	1.056

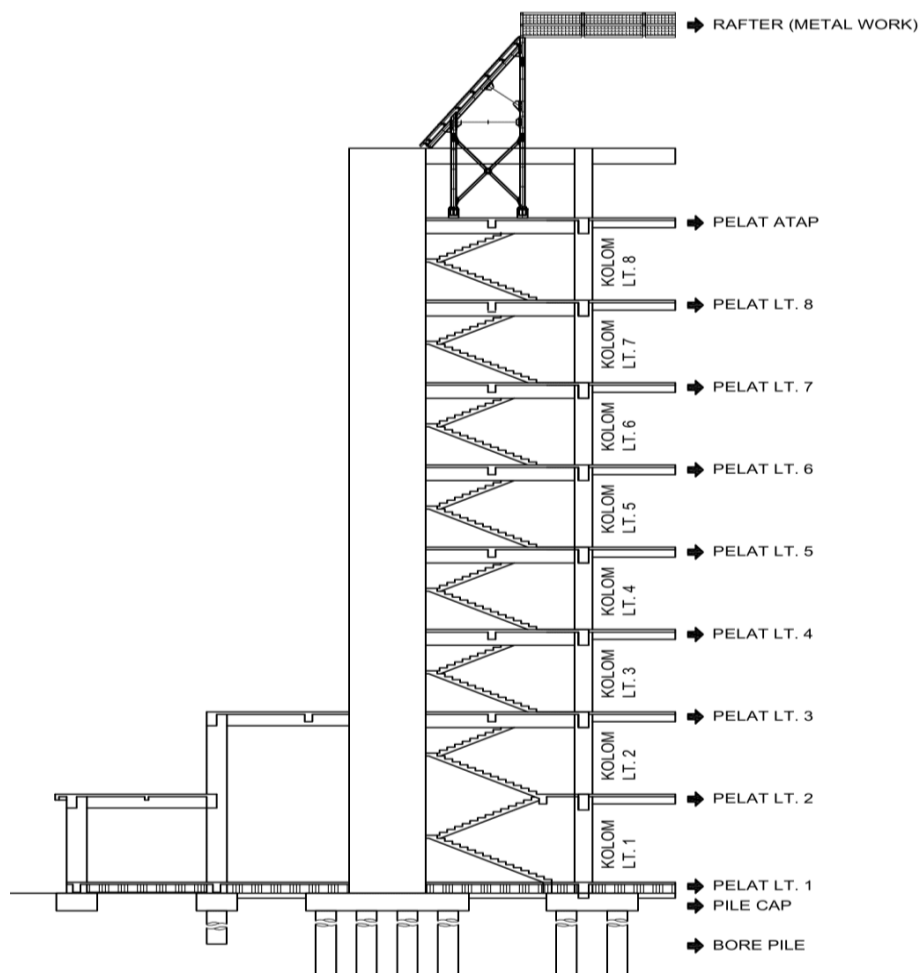
Lanjutan Tabel 5.3 Hasil Durasi *Sequence* yang Diharapkan

Kode	Uraian Pekerjaan <i>Sequence</i>	TE (hari)
CD	<i>Metal works</i>	37.500

5.4 Analisis Penjadwalan Proyek

5.4.1 Sketsa

Sebelum dilakukan analisis dengan metode *Manual Network Diagram*, maka dibutuhkan sketsa gedung yang ditinjau untuk mempermudah pengerjaan. Berikut ini merupakan sketsa gambar Gedung TILC UGM yang dibuat berdasarkan denah struktur Gedung TILC pada Lampiran 5 yang dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Sketsa Gambar TILC UGM

(Sumber: Gambar Proyek TILC)

5.4.2 Analisis Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan

Penentuan hubungan ketergantungan antar pekerjaan ini diperlukan untuk penyusunan rangkaian pekerjaan yang dibutuhkan pada *network diagram*. Pada tahap ini hubungan antar pekerjaan ini diuraikan menjadi pekerjaan yang mendahului (*predecessor*) dan kegiatan yang mengikuti (*successor*). Berikut ini merupakan percobaan ke-1 untuk mendapatkan hasil durasi akhir yang optimal dapat dilihat pada tabel uraian hubungan ketergantungan antar pekerjaan Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-1

No	Kegiatan	Pekerjaan	<i>Predecessor</i>
1	A	<i>Bored Pile</i> seq 1	-
2	B	<i>Bored Pile</i> seq 2	A
3	C	<i>Bored Pile</i> seq 3	B
4	D	Penggalian & Pembobokan seq 1	A
5	E	Penggalian & Pembobokan seq 2	B
6	F	Penggalian & Pembobokan seq 3	C,E
7	G	<i>Termite Control</i> seq 1	D
8	H	<i>Termite Control</i> seq 2	E
9	I	<i>Termite Control</i> seq 3	F,H
10	J	Lantai Kerja seq 1	E,G
11	K	Lantai Kerja seq 2	H
12	L	Lantai Kerja seq 3	I,K
13	M	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	J
14	N	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	K
15	O	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	L
16	P	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	J
17	Q	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	K
18	R	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	L
19	S	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	M,P
20	T	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	N,Q,S
21	U	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	O,R,T
22	V	Plat Lt.1 seq 1	N, Q, S
23	W	Plat Lt.1 seq 2	O,R, T
24	X	Plat Lt.1 seq 3	U
25	Y	Kolom Lt.1 seq 1	V
26	Z	Kolom Lt.1 seq 2	W, Y
27	AA	Kolom Lt.1 seq 3	X, Z
28	AB	Plat Lt.2 seq 1	W, Y
29	AC	Plat Lt.2 seq 2	X, Z

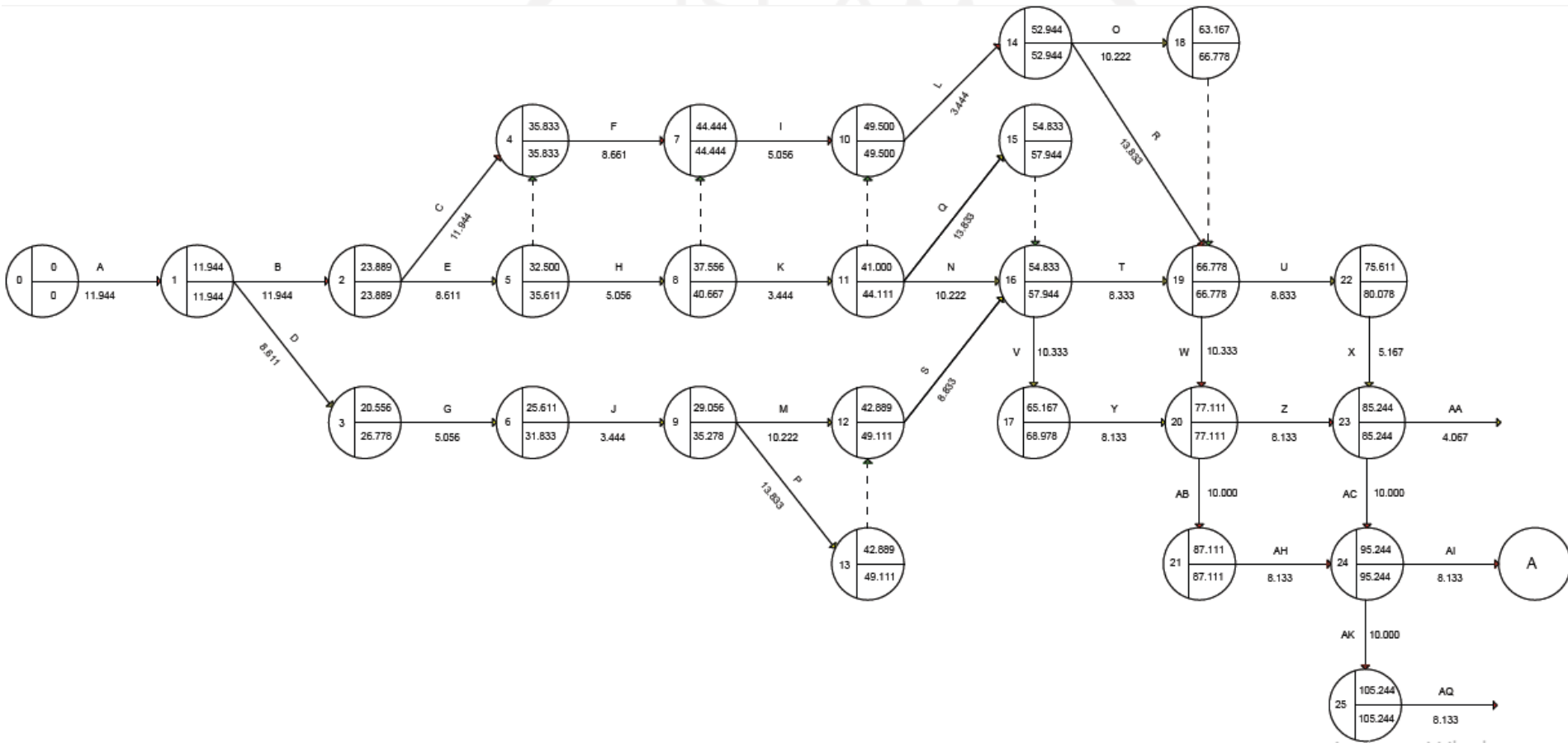
Lanjutan Tabel 5.4 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-1

No	Kegiatan	Pekerjaan	Predecessor
30	AD	Plat Lt.2 seq 3	AA
31	AE	Bekesting Tangga Lt.1	AD, AI
32	AF	Pembesian Tangga Lt.1	AE
33	AG	Pengecoran Tangga Lt.1	AF
34	AH	Kolom Lt.2 seq 1	AB
35	AI	Kolom Lt.2 seq 2	AC, AH
36	AJ	Kolom Lt.2 seq 3	AD, AI
37	AK	Plat Lt.3 seq 1	AC, AH
38	AL	Plat Lt.3 seq 2	AD, AI
39	AM	Plat Lt.3 seq 3	AJ
40	AN	Bekesting Tangga Lt.2	AM
41	AO	Pembesian Tangga Lt.2	AG, AN
42	AP	Pengecoran Tangga Lt.2	AO
43	AQ	Kolom Lt.3 seq 1	AK
44	AR	Kolom Lt.3 seq 2	AL, AQ
45	AS	Kolom Lt.3 seq 3	AM, AR
46	AT	Plat Lt.4 seq 2	AM, AR
47	AU	Plat Lt.4 seq 3	AS
48	AV	Bekesting Tangga Lt.3	AU, AY
49	AW	Pembesian Tangga Lt.3	AP, AV
50	AX	Pengecoran Tangga Lt.3	AW
51	AY	Kolom Lt.4 seq 2	AT
52	AZ	Kolom Lt.4 seq 3	AU, AY
53	BA	Plat Lt.5 seq 2	AU, AY
54	BB	Plat Lt.5 seq 3	AZ
55	BC	Bekisting Tangga Lt.4	BB, BF
56	BD	Pembesian Tangga Lt.4	AX, BC
57	BE	Pengecoran Tangga Lt.4	BD
58	BF	Kolom Lt.5 seq 2	BA
59	BG	Kolom Lt.5 seq 3	BB, BF
60	BH	Plat Lt.6 seq 2	BB, BF
61	BI	Plat Lt.6 seq 3	BG
62	BJ	Bekesting Tangga Lt.5	BI, BM
63	BK	Pembesian Tangga Lt.5	BE, BJ
64	BL	Pengecoran Tangga Lt.5	BK
65	BM	Kolom Lt.6 seq 2	BH
66	BN	Kolom Lt.6 seq 3	BI, BM
67	BO	Plat Lt.7	BN
68	BP	Bekesting Tangga Lt.6	BO
69	BQ	Pembesian Tangga Lt.6	BL, BP

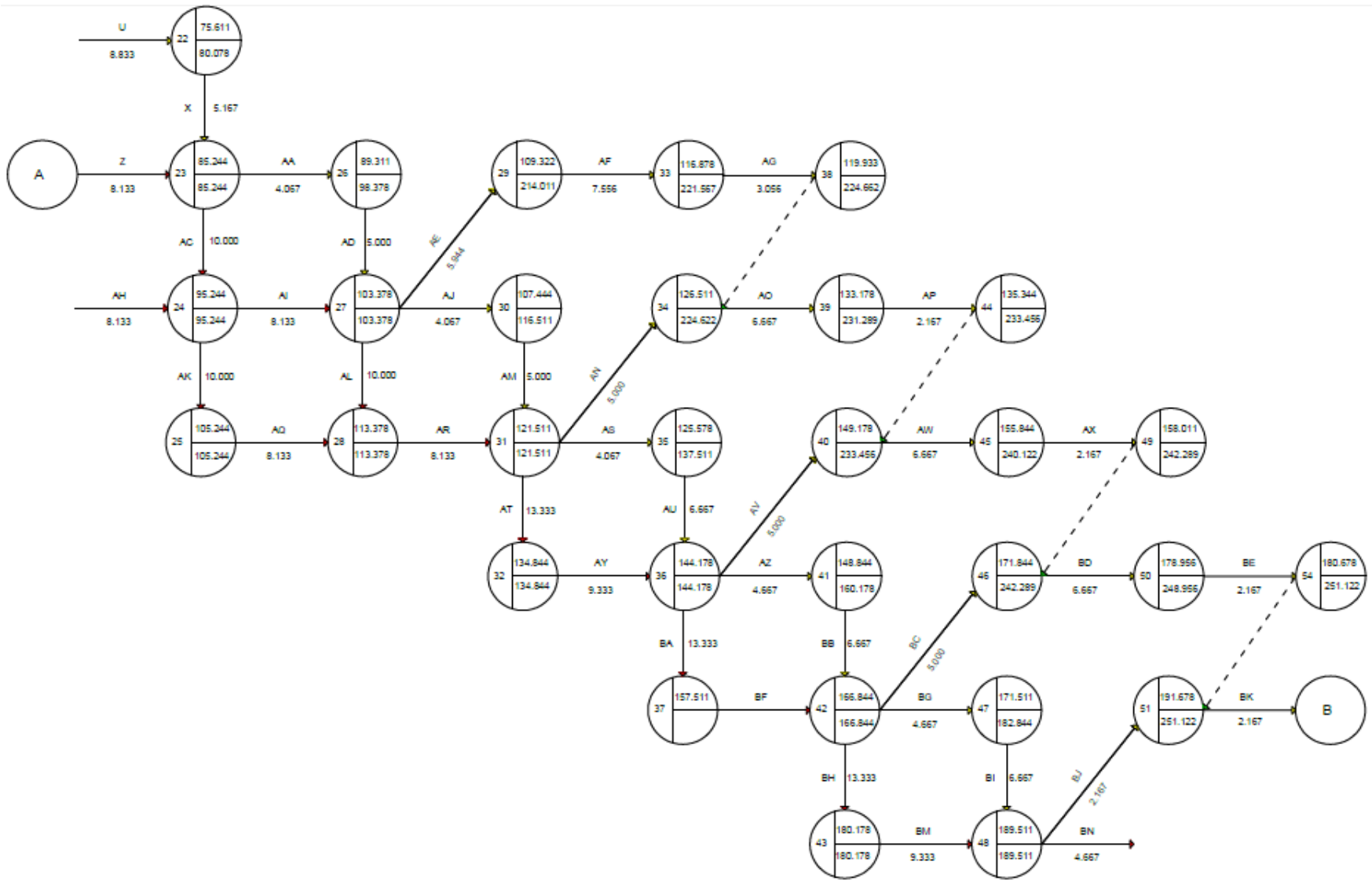
Lanjutan Tabel 5.4 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-1

No	Kegiatan	Pekerjaan	<i>Predecessor</i>
70	BR	Pengecoran Tangga Lt.6	BQ
71	BS	Kolom Lt.7	BO
72	BT	Plat Lt.8	BS
73	BU	Bekesting Tangga Lt.7	BT
74	BV	Pembesian Tangga Lt.7	BU, BR
75	BW	Pengecoran Tangga Lt.7	BV
76	BX	Kolom Lt.8	BT
77	BZ	Atap	BX
78	CA	Bekesting Tangga Lt.8	BZ
79	CB	Pembesian Tangga Lt.8	BW, CA
80	CC	Pengecoran Tangga Lt.8	CB
81	CD	<i>Metal works</i>	BZ

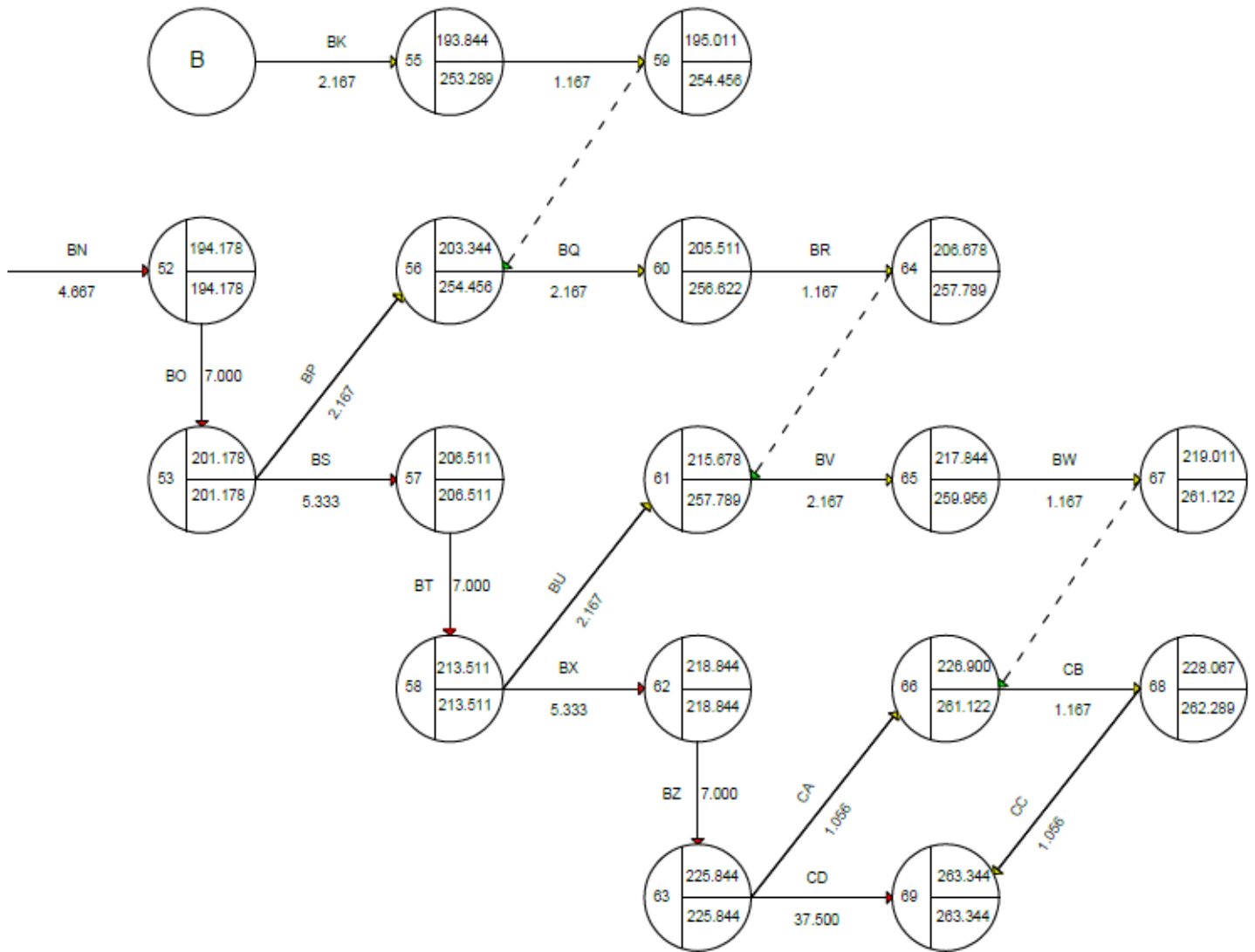
Berdasarkan tabel di atas, didapatkan hubungan ketergantungan antara pekerjaan yang mana akan diproses menjadi diagram CPM untuk mendapatkan jalur kritis. *Network Diagram* penjadwalan percobaan ke-1 berdasarkan Tabel 5.4 dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Network Diagram TILC UGM ke-1



Lanjutan Gambar 5.2 Network Diagram TILC UGM ke-1



Lanjutan Gambar 5.2 Network Diagram TILC UGM ke-1

Pada pembuatan *network diagram* ke-1, didapatkan bahwa waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan proyek TILC UGM ini adalah selama 263.344 hari = 264 hari. Hal ini dirasakan masih sangat jauh dari target penyelesaian pekerjaan struktur proyek yakni selama 161 hari, sehingga dilakukan percobaan lagi untuk mempercepat durasi pengerjaan proyek dengan mengubah hubungan antara pekerjaan lagi pada percobaan ke-2. Berikut ini merupakan percobaan ke-2 untuk mendapatkan hasil durasi akhir yang optimal pada tabel uraian hubungan ketergantungan antar pekerjaan Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-2

No	Kegiatan	Pekerjaan	Predecessor
1	A	<i>Bored Pile</i> seq 1	-
2	B	<i>Bored Pile</i> seq 2	A
3	C	<i>Bored Pile</i> seq 3	B
4	D	Penggalian & Pembobokan seq 1	A
5	E	Penggalian & Pembobokan seq 2	B, D
6	F	Penggalian & Pembobokan seq 3	C,E
7	G	<i>Termite Control</i> seq 1	B, D
8	H	<i>Termite Control</i> seq 2	E, G
9	I	<i>Termite Control</i> seq 3	F, H
10	J	Lantai Kerja seq 1	E, G
11	K	Lantai Kerja seq 2	F, H
12	L	Lantai Kerja seq 3	I
13	M	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	J
14	N	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	K
15	O	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	L
16	P	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	J
17	Q	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	K
18	R	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	L
19	S	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	M, P
20	T	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	N, Q
21	U	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	O, R
22	V	Plat Lt.1 seq 1	S
23	W	Plat Lt.1 seq 2	T
24	X	Plat Lt.1 seq 3	U
25	Y	Kolom Lt.1 seq 1	V
26	Z	Kolom Lt.1 seq 2	W
27	AA	Kolom Lt.1 seq 3	X
28	AB	Plat Lt.2 seq 1	Y
29	AC	Plat Lt.2 seq 2	Z

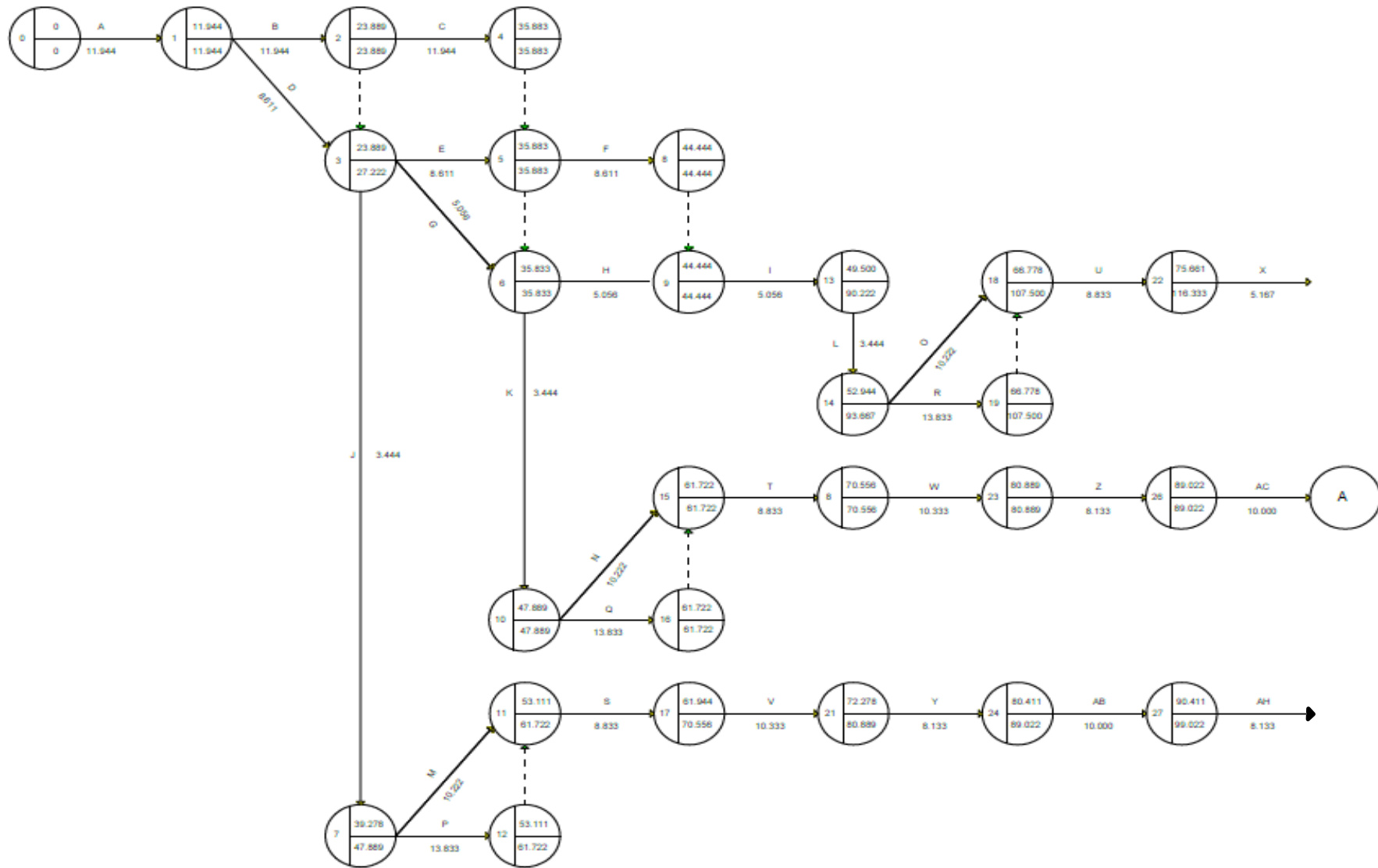
Lanjutan Tabel 5.5 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-2

No	Kegiatan	Pekerjaan	Predecessor
30	AD	Plat Lt.2 seq 3	AA
31	AE	Bekesting Tangga Lt.1	AD
32	AF	Pembesian Tangga Lt.1	AE
33	AG	Pengecoran Tangga Lt.1	AF
34	AH	Kolom Lt.2 seq 1	AB
35	AI	Kolom Lt.2 seq 2	AC
36	AJ	Kolom Lt.2 seq 3	AD
37	AK	Plat Lt.3 seq 1	AH
38	AL	Plat Lt.3 seq 2	AI
39	AM	Plat Lt.3 seq 3	AJ
40	AN	Bekesting Tangga Lt.2	AG, AM
41	AO	Pembesian Tangga Lt.2	AN
42	AP	Pengecoran Tangga Lt.2	AO
43	AQ	Kolom Lt.3 seq 1	AK
44	AR	Kolom Lt.3 seq 2	AL
45	AS	Kolom Lt.3 seq 3	AM
46	AT	Plat Lt.4 seq 2	AQ, AR
47	AU	Plat Lt.4 seq 3	AS
48	AV	Bekesting Tangga Lt.3	AP, AU
49	AW	Pembesian Tangga Lt.3	AV
50	AX	Pengecoran Tangga Lt.3	AW
51	AY	Kolom Lt.4 seq 2	AT
52	AZ	Kolom Lt.4 seq 3	AU
53	BA	Plat Lt.5 seq 2	AY
54	BB	Plat Lt.5 seq 3	AZ
55	BC	Bekisting Tangga Lt.4	AX, BB
56	BD	Pembesian Tangga Lt.4	BC
57	BE	Pengecoran Tangga Lt.4	BD
58	BF	Kolom Lt.5 seq 2	BA
59	BG	Kolom Lt.5 seq 3	AX, BB
60	BH	Plat Lt.6 seq 2	BF
61	BI	Plat Lt.6 seq 3	BG
62	BJ	Bekesting Tangga Lt.5	BE, BI
63	BK	Pembesian Tangga Lt.5	BJ
64	BL	Pengecoran Tangga Lt.5	BK
65	BM	Kolom Lt.6 seq 2	BH
66	BN	Kolom Lt.6 seq 3	BE, BI
67	BO	Plat Lt.7	BM, BN
68	BP	Bekesting Tangga Lt.6	BO
69	BQ	Pembesian Tangga Lt.6	BP

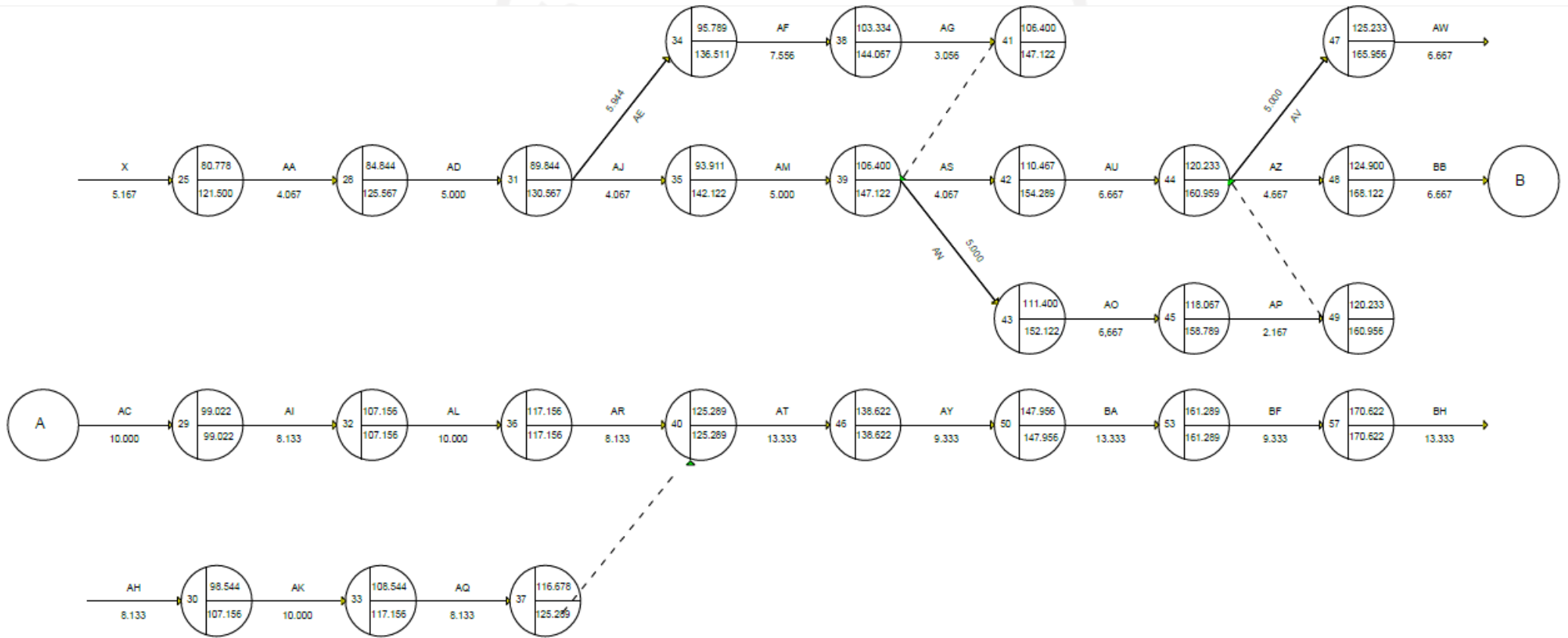
Lanjutan Tabel 5.5 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-2

No	Kegiatan	Pekerjaan	<i>Predecessor</i>
70	BR	Pengecoran Tangga Lt.6	BQ
71	BS	Kolom Lt.7	BL, BO
72	BT	Plat Lt.8	BS
73	BU	Bekesting Tangga Lt.7	BR, BT
74	BV	Pembesian Tangga Lt.7	BU
75	BW	Pengecoran Tangga Lt.7	BV
76	BX	Kolom Lt.8	BR, BT
77	BZ	Atap	BX
78	CA	Bekesting Tangga Lt.8	BZ
79	CB	Pembesian Tangga Lt.8	CA
80	CC	Pengecoran Tangga Lt.8	CB
81	CD	<i>Metal works</i>	CC

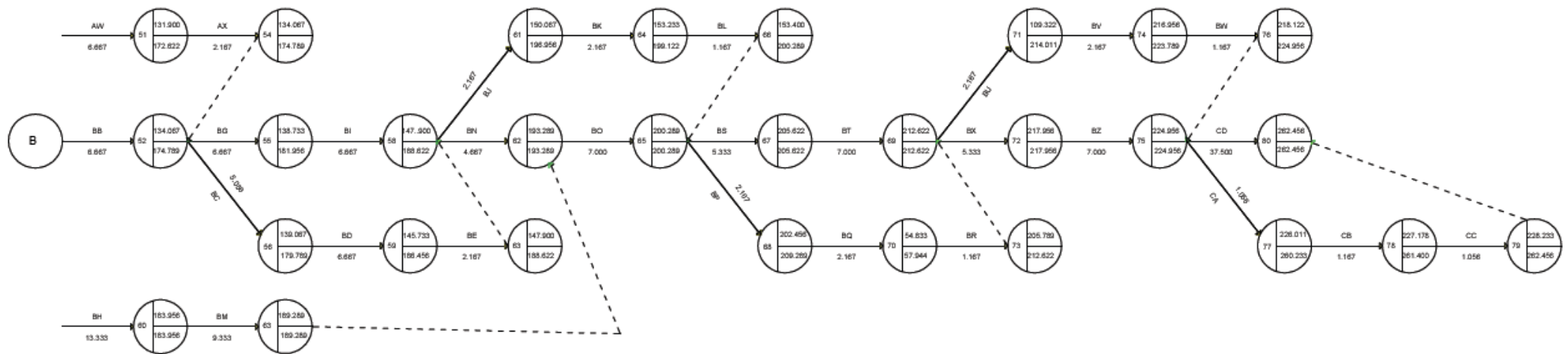
Berdasarkan tabel di atas, didapatkan hubungan ketergantungan antara pekerjaan yang mana akan diproses menjadi diagram CPM untuk mendapatkan jalur kritis. *Network Diagram* penjadwalan percobaan ke-2 berdasarkan Tabel 5.5 dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Network Diagram TILC UGM ke-2



Lanjutan Gambar 5.3 Network Diagram TILC UGM ke-2



Lanjutan Gambar 5.3 *Network Diagram* TILC UGM ke-2

Pada pembuatan *network diagram* ke-2, didapatkan bahwa waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan proyek TILC UGM ini adalah selama 262.465 hari = 263 hari hanya berbeda 1 hari dari percobaan ke-1. Hal ini dirasakan masih sangat jauh dari target penyelesaian pekerjaan struktur proyek yakni selama 161 hari, sehingga dilakukan percobaan lagi untuk mempercepat durasi pengerjaan proyek dengan mengubah hubungan antara pekerjaan lagi pada percobaan ke-3. Berikut ini merupakan percobaan ke-3 untuk mendapatkan hasil durasi akhir yang optimal pada tabel uraian hubungan ketergantungan antar pekerjaan Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-3

No	Kegiatan	Pekerjaan	Predecessor
1	A	<i>Bored Pile</i> seq 1	-
2	B	<i>Bored Pile</i> seq 2	-
3	C	<i>Bored Pile</i> seq 3	A, B
4	D	Penggalian & Pembobokan seq 1	A, B
5	E	Penggalian & Pembobokan seq 2	A, B
6	F	Penggalian & Pembobokan seq 3	C
7	G	<i>Termite Control</i> seq 1	D
8	H	<i>Termite Control</i> seq 2	E
9	I	<i>Termite Control</i> seq 3	F
10	J	Lantai Kerja seq 1	D
11	K	Lantai Kerja seq 2	E
12	L	Lantai Kerja seq 3	F
13	M	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	G, J
14	N	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	H, K
15	O	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	I, L
16	P	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	G, J
17	Q	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	H, K
18	R	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	I, L
19	S	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	M, P
20	T	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	N, Q
21	U	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	O, R
22	V	Plat Lt.1 seq 1	S
23	W	Plat Lt.1 seq 2	T
24	X	Plat Lt.1 seq 3	U
25	Y	Kolom Lt.1 seq 1	V
26	Z	Kolom Lt.1 seq 2	W
27	AA	Kolom Lt.1 seq 3	X
28	AB	Plat Lt.2 seq 1	Y
29	AC	Plat Lt.2 seq 2	Z

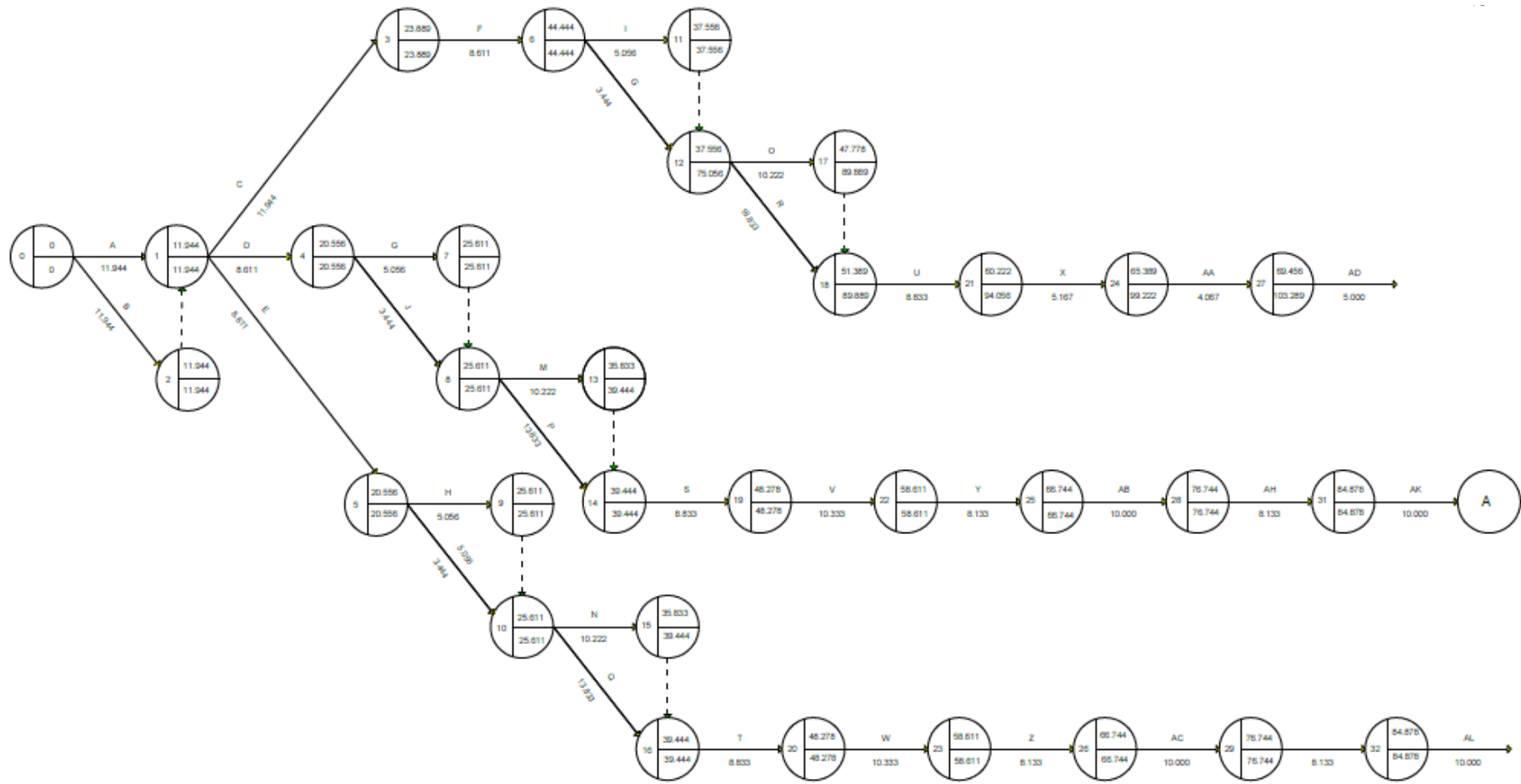
Lanjutan Tabel 5.6 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-3

No	Kegiatan	Pekerjaan	Predecessor
30	AD	Plat Lt.2 seq 3	AA
31	AE	Bekesting Tangga Lt.1	AD
32	AF	Pembesian Tangga Lt.1	AE
33	AG	Pengecoran Tangga Lt.1	AF
34	AH	Kolom Lt.2 seq 1	AB
35	AI	Kolom Lt.2 seq 2	AC
36	AJ	Kolom Lt.2 seq 3	AD
37	AK	Plat Lt.3 seq 1	AH
38	AL	Plat Lt.3 seq 2	AI
39	AM	Plat Lt.3 seq 3	AJ
40	AN	Bekesting Tangga Lt.2	AG, AM
41	AO	Pembesian Tangga Lt.2	AN
42	AP	Pengecoran Tangga Lt.2	AO
43	AQ	Kolom Lt.3 seq 1	AK
44	AR	Kolom Lt.3 seq 2	AL
45	AS	Kolom Lt.3 seq 3	AM
46	AT	Plat Lt.4 seq 2	AR
47	AU	Plat Lt.4 seq 3	AS
48	AV	Bekesting Tangga Lt.3	AP, AU
49	AW	Pembesian Tangga Lt.3	AV
50	AX	Pengecoran Tangga Lt.3	AW
51	AY	Kolom Lt.4 seq 2	AT
52	AZ	Kolom Lt.4 seq 3	AU
53	BA	Plat Lt.5 seq 2	AY
54	BB	Plat Lt.5 seq 3	AZ
55	BC	Bekisting Tangga Lt.4	AX, BB
56	BD	Pembesian Tangga Lt.4	BC
57	BE	Pengecoran Tangga Lt.4	BD
58	BF	Kolom Lt.5 seq 2	BA
59	BG	Kolom Lt.5 seq 3	AX, BB
60	BH	Plat Lt.6 seq 2	BF
61	BI	Plat Lt.6 seq 3	BG
62	BJ	Bekesting Tangga Lt.5	BE, BI
63	BK	Pembesian Tangga Lt.5	BJ
64	BL	Pengecoran Tangga Lt.5	BK
65	BM	Kolom Lt.6 seq 2	BH
66	BN	Kolom Lt.6 seq 3	BE, BI
67	BO	Plat Lt.7	BM, BN
68	BP	Bekesting Tangga Lt.6	BO
69	BQ	Pembesian Tangga Lt.6	BP

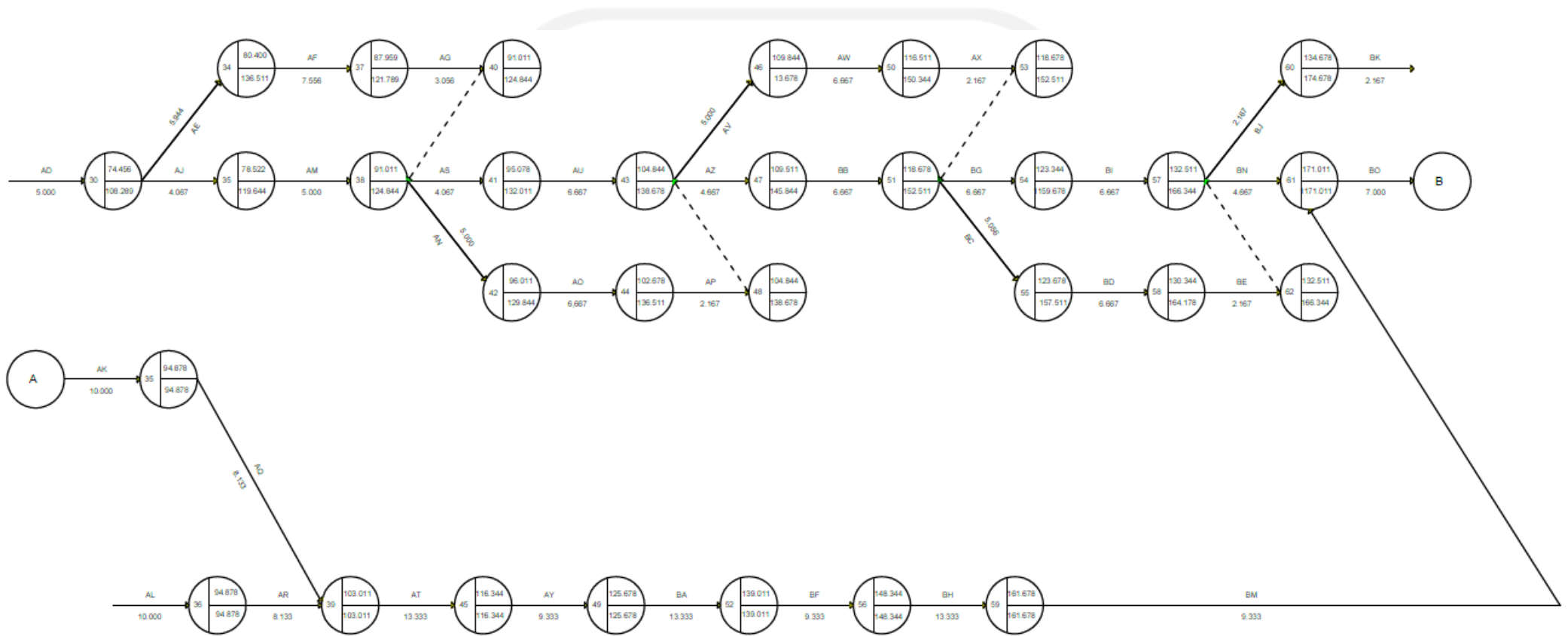
Lanjutan Tabel 5.6 Hubungan Ketergantungan Antar Pekerjaan ke-3

No	Kegiatan	Pekerjaan	Predecessor
70	BR	Pengecoran Tangga Lt.6	BQ
71	BS	Kolom Lt.7	BL, BO
72	BT	Plat Lt.8	BS
73	BU	Bekesting Tangga Lt.7	BR, BT
74	BV	Pembesian Tangga Lt.7	BU
75	BW	Pengecoran Tangga Lt.7	BV
76	BX	Kolom Lt.8	BR, BT
77	BZ	Atap	BX
78	CA	Bekesting Tangga Lt.8	BZ
79	CB	Pembesian Tangga Lt.8	CA
80	CC	Pengecoran Tangga Lt.8	CB
81	CD	<i>Metal works</i>	CC

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan hubungan ketergantungan antara pekerjaan yang mana akan diproses menjadi diagram CPM untuk mendapatkan jalur kritis. *Network Diagram* penjadwalan percobaan ke-3 berdasarkan Tabel 5.6 dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut ini.

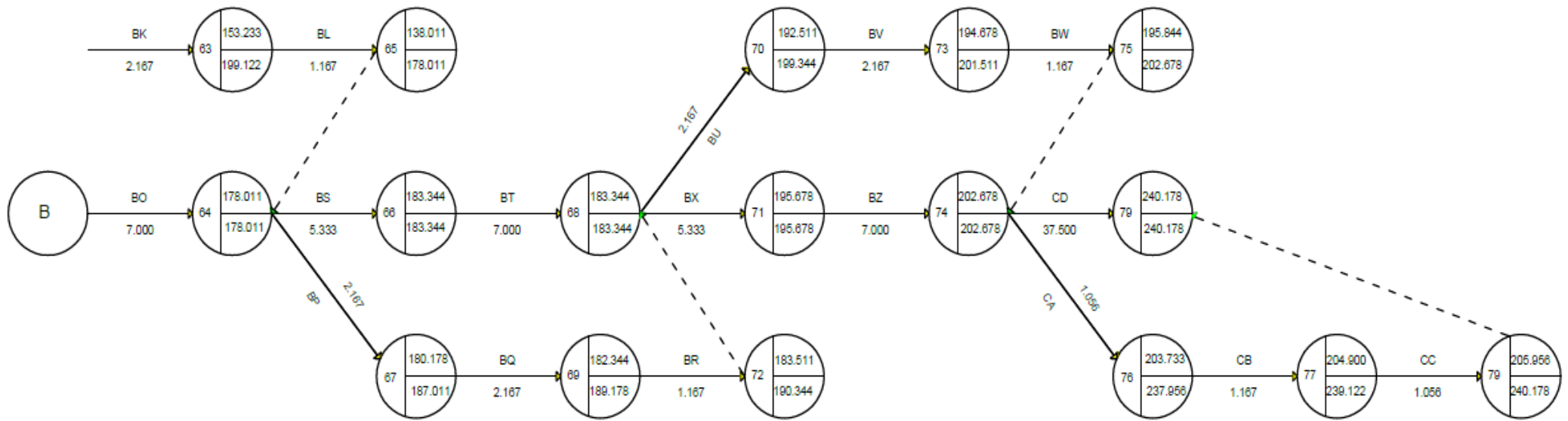


Gambar 5.4 Network Diagram TILC UGM ke-3



Lanjutan Gambar 5.4 Network Diagram TILC UGM ke-3





Lanjutan Gambar 5.4 *Network Diagram* TILC UGM ke-3

Pada pembuatan *network diagram* ke-3, didapatkan bahwa waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan proyek TILC UGM ini adalah selama 240.178 hari = 240 hari. Hal ini dirasakan sudah merupakan durasi paling optimal dari 2 percobaan yang sebelumnya dari percepatan memenuhi target penyelesaian pekerjaan struktur proyek yakni selama 161 hari. Penggunaan PERT pada percobaan ke-3 ini menunjukkan percepatan lebih membutuhkan waktu yang lama dari durasi target yakni selama 80 hari.



5.5 Analisis Jalur Kritis

Analisis jalur kritis ini berfungsi untuk melihat pekerjaan-pekerjaan yang memiliki waktu paling lama untuk penyelesaian proyek. Jika salah satu pekerjaan pada jalur kritis terhambat, maka akan mempengaruhi keseluruhan proyek. Sebaliknya jika pekerjaan-pekerjaan di luar jalur kritis terhambat maupun lebih cepat dari jadwal, maka tidak akan mempengaruhi total durasi penyelesaian keseluruhan proyek. Sebelum menentukan jalur kritis maka dibutuhkan penentuan besaran nilai *Earliest Event Time* (EET) dan nilai *Latest Event Time* (LET) pada *Network Diagram*. Nilai EET ini dilakukan dengan melakukan perhitungan yang dimulai dari penambahan durasi pekerjaan sebelumnya secara menerus ke pekerjaan setelahnya. Pada nilai LET dilakukan dengan pengurangan durasi pekerjaan paling akhir terhadap pekerjaan sebelumnya secara menerus hingga kembali ke pekerjaan awal. Setelah mendapatkan kedua nilai tersebut, maka dapat ditentukan pekerjaan-pekerjaan yang terletak di jalur kritis berdasarkan *Network Diagram* tersebut.

Berikut ini merupakan hasil jalur kritis berjumlah 30 jalur yang didapatkan berdasarkan analisis nilai EET dan nilai LET pada percobaan ke-1 dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-1

Kegiatan	Pekerjaan
A	<i>Bored Pile</i> seq 1
B	<i>Bored Pile</i> seq 2
C	<i>Bored Pile</i> seq 3
F	Penggalian & Pembobokan seq 3
I	<i>Termite Control</i> seq 3
L	Lantai Kerja seq 3
R	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3
W	Plat Lt.1 seq 2
Z	Kolom Lt.1 seq 2
AB	Plat Lt.2 seq 1
AC	Plat Lt.2 seq 2
AH	Kolom Lt.2 seq 1
AI	Kolom Lt.2 seq 2
AK	Plat Lt.3 seq 1
AL	Plat Lt.3 seq 2

Lanjutan Tabel 5.7 Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-1

Kegiatan	Pekerjaan
AQ	Kolom Lt.3 seq 1
AR	Kolom Lt.3 seq 2
AT	Plat Lt.4 seq 2
AY	Kolom Lt.4 seq 2
BA	Plat Lt.5 seq 2
BF	Kolom Lt.5 seq 2
BH	Plat Lt.6 seq 2
BM	Kolom Lt.6 seq 2
BN	Kolom Lt.6 seq 3
BO	Plat Lt.7
BS	Kolom Lt.7
BT	Plat Lt.8
BX	Kolom Lt.8
BZ	Atap
CD	<i>Metal works</i>

Pada percobaan ke-2 terdapat 29 jalur kritis yang didapatkan berdasarkan analisis nilai EET dan nilai LET pada network diagram Gambar 5.3. Tabel jalur kritis ini dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-2

Kegiatan	Pekerjaan
A	<i>Bored Pile</i> seq 1
B	<i>Bored Pile</i> seq 2
C	<i>Bored Pile</i> seq 3
E	Penggalian & Pembobokan seq 2
F	Penggalian & Pembobokan seq 3
H	<i>Termite Control</i> seq 2
K	Lantai Kerja seq 2
N	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2
Q	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2
T	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2
W	Plat Lt.1 seq 2
Z	Kolom Lt.1 seq 2
AC	Plat Lt.2 seq 2
AI	Kolom Lt.2 seq 2
AL	Plat Lt.3 seq 2
AR	Kolom Lt.3 seq 2
AT	Plat Lt.4 seq 2
AY	Kolom Lt.4 seq 2
BA	Plat Lt.5 seq 2
BF	Kolom Lt.5 seq 2

Lanjutan Tabel 5.8 Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-2

Kegiatan	Pekerjaan
BH	Plat Lt.6 seq 2
BM	Kolom Lt.6 seq 2
BN	Kolom Lt.6 seq 3
BO	Plat Lt.7
BS	Kolom Lt.7
BT	Plat Lt.8
BX	Kolom Lt.8
BZ	Atap
CD	<i>Metal works</i>

Kemudian pada percobaan ke-3 terdapat 39 jalur kritis yang didapatkan berdasarkan analisis nilai EET dan nilai LET pada network diagram Gambar 5.4. Tabel jalur kritis ini dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-3

Kegiatan	Pekerjaan
A	<i>Bored Pile</i> seq 1
B	<i>Bored Pile</i> seq 2
C	<i>Bored Pile</i> seq 3
D	Penggalian & Pembobokan seq 1
E	Penggalian & Pembobokan seq 2
F	Penggalian & Pembobokan seq 3
G	<i>Termite Control</i> seq 1
H	<i>Termite Control</i> seq 2
I	<i>Termite Control</i> seq 3
J	Lantai Kerja seq 1
K	Lantai Kerja seq 2
P	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1
Q	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2
S	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1
T	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2
V	Plat Lt.1 seq 1
W	Plat Lt.1 seq 2
Y	Kolom Lt.1 seq 1
Z	Kolom Lt.1 seq 2
AB	Plat Lt.2 seq 1
AC	Plat Lt.2 seq 2
AH	Kolom Lt.2 seq 1
AI	Kolom Lt.2 seq 2
AK	Plat Lt.3 seq 1
AL	Plat Lt.3 seq 2
AQ	Kolom Lt.3 seq 1

Lanjutan Tabel 5.9 Pekerjaan Pada Jalur Kritis ke-3

Kegiatan	Pekerjaan
AR	Kolom Lt.3 seq 2
AT	Plat Lt.4 seq 2
AY	Kolom Lt.4 seq 2
BA	Plat Lt.5 seq 2
BF	Kolom Lt.5 seq 2
BH	Plat Lt.6 seq 2
BM	Kolom Lt.6 seq 2
BO	Plat Lt.7
BS	Kolom Lt.7
BT	Plat Lt.8
BX	Kolom Lt.8
BZ	Atap
CD	<i>Metal works</i>

5.5.1 Analisis Standar Deviasi dan *Varians* Kegiatan

Analisis standar deviasi dan *varians* kegiatan ini merupakan salah satu perhitungan dalam metode PERT yang dapat menunjukkan acuan untuk ketidakpastian yang terdapat pada waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b). Perhitungan standar deviasi berguna untuk menentukan nilai probabilitas waktu penyelesaian proyek, sedangkan *varians* kegiatan diperhitungkan untuk menunjukkan tingkat kepastian suatu kegiatan karena semakin kecil varian maka akan semakin tinggi tingkat kepastian pada suatu pekerjaan untuk diselesaikan.

Untuk perhitungan nilai standar deviasi dan *varians* kegiatan diambil dari waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b) pekerjaan-pekerjaan yang belum dibagi *sequence*. Perhitungan pertama yang dilakukan adalah mencari standar deviasi tiap pekerjaan kemudian dibagi dengan pembagi *sequence*, untuk selanjutnya dicari nilai *varians* tiap pekerjaan *sequence*. Berikut dapat dilihat pada contoh perhitungan standar deviasi untuk pekerjaan *Bored Pile*;

$$\begin{aligned}
 S &= \left(\frac{1}{6}\right)(b-a) \\
 &= \left(\frac{1}{6}\right)(45-35) \\
 &= 2.500
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan standar deviasi pada tiap pekerjaan dari hasil durasi optimis (a) dan pesimis (b), maka standar deviasi pekerjaan-pekerjaan tersebut dipangkatkan 2 untuk mendapatkan hasil varians kegiatan seperti contoh perhitungan berikut pada pekerjaan *Bored Pile* ;

Varians kegiatan

$$\begin{aligned} V(te) &= S^2 \\ &= 2.500^2 \\ &= 6.250 \end{aligned}$$

Nilai standar deviasi pekerjaan lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Nilai Standar Deviasi & Varians Kegiatan Rincian Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		Standar Deviasi	Varians
		Optimis (a)	Pesimis (b)		
B	BANGUNAN GEDUNG TILC				
I	PEK. STRUKTUR BAWAH				
	<i>Bored Pile</i>	30.00	45.00	2.500	6.250
	Penggalian & Pembobokan	20.00	35.00	2.500	6.250
	<i>Termite Control</i>	10.00	19.67	1.611	2.596
	Lantai Kerja	7.667	14.333	1.111	1.235
	Bekisting	20.67	40.67	3.333	11.111
	Pembesian	35.67	50.67	2.500	6.250
	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i>	20.67	35.67	2.500	6.250
II	PEK. STRUKTUR ATAS				
A	Plat Lt.1				
	Pembesian	20.000	35.000	2.500	6.250
	Pengecoran	20.000	35.000	2.500	6.250
B	Kolom Lt.1				
	Pembesian	15.000	27.000	2.000	4.000
	Bekisting	15.000	27.000	2.000	4.000
	Pengecoran	15.000	27.000	2.000	4.000
C	Plat Lt.2				
	Bekisting	20.000	30.000	1.667	2.778
	Pembesian	20.000	30.000	1.667	2.778
	Pengecoran	20.000	30.000	1.667	2.778
D	Tangga Lt.1				
	Bekisting	4.667	7.000	0.389	0.151

Lanjutan Tabel 5.10 Rekapitulasi Nilai Standar Deviasi & Varians Kegiatan Rincian Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		Standar Deviasi	Varians
		Optimis (a)	Pesimis (b)		
	Pembesian	6.333	9.667	0.556	0.309
	Pengecoran	2.333	4.000	0.278	0.077
E	Kolom Lt.2				
	Pembesian	15.000	27.000	2.000	4.000
	Bekesting	15.000	27.000	2.000	4.000
	Pengecoran	15.000	27.000	2.000	4.000
F	Plat Lt.3				
	Bekesting	20.000	30.000	1.667	2.778
	Pembesian	20.000	30.000	1.667	2.778
	Pengecoran	20.000	30.000	1.667	2.778
G	Tangga Lt.2				
	Bekesting	4.000	6.000	0.333	0.111
	Pembesian	5.333	8.000	0.444	0.198
	Pengecoran	2.000	3.000	0.167	0.028
H	Kolom Lt.3				
	Pembesian	15.000	27.000	2.000	4.000
	Bekesting	15.000	27.000	2.000	4.000
	Pengecoran	15.000	27.000	2.000	4.000
I	Plat Lt.4				
	Bekesting	15.000	25.000	1.667	2.778
	Pembesian	15.000	25.000	1.667	2.778
	Pengecoran	15.000	25.000	1.667	2.778
J	Tangga Lt.3				
	Bekesting	4.000	6.000	0.333	0.111
	Pembesian	5.333	8.000	0.444	0.198
	Pengecoran	2.000	3.000	0.167	0.028
K	Kolom Lt.4				
	Pembesian	8.000	20.000	2.000	4.000
	Bekesting	8.000	20.000	2.000	4.000
	Pengecoran	8.000	20.000	2.000	4.000
L	Plat Lt.5				
	Bekesting	15.000	25.000	1.667	2.778
	Pembesian	15.000	25.000	1.667	2.778
	Pengecoran	15.000	25.000	1.667	2.778

Lanjutan Tabel 5.10 Rekapitulasi Nilai Standar Deviasi & Varians Kegiatan Rincian Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		Standar Deviasi	Varians
		Optimis (a)	Pesimis (b)		
M	Tangga Lt.4				
	Bekisting	4.000	6.000	0.333	0.111
	Pembesian	5.333	8.000	0.444	0.198
	Pengecoran	2.000	3.000	0.167	0.028
N	Kolom Lt.5				
	Pembesian	8.000	20.000	2.000	4.000
	Bekesting	8.000	20.000	2.000	4.000
	Pengecoran	8.000	20.000	2.000	4.000
O	Plat Lt.6				
	Bekesting	15.000	25.000	1.667	2.778
	Pembesian	15.000	25.000	1.667	2.778
	Pengecoran	15.000	25.000	1.667	2.778
P	Tangga Lt.5				
	Bekesting	2.000	3.000	0.167	0.028
	Pembesian	2.000	3.000	0.167	0.028
	Pengecoran	1.000	2.000	0.167	0.028
Q	Kolom Lt.6				
	Pembesian	8.000	20.000	2.000	4.000
	Bekesting	8.000	20.000	2.000	4.000
	Pengecoran	8.000	20.000	2.000	4.000
R	Plat Lt.7				
	Pembesian	5.000	9.000	0.667	0.444
	Bekesting	5.000	9.000	0.667	0.444
	Pengecoran	5.000	9.000	0.667	0.444
S	Tangga Lt.6				
	Bekesting	2.000	3.000	0.167	0.028
	Pembesian	2.000	3.000	0.167	0.028
	Pengecoran	1.000	2.000	0.167	0.028
T	Kolom Lt.7				
	Pembesian	4.333	6.333	0.333	0.111
	Bekesting	4.333	6.333	0.333	0.111
	Pengecoran	4.333	6.333	0.333	0.111
U	Plat Lt.8				
	Bekesting	5.000	9.000	0.667	0.444
	Pembesian	5.000	9.000	0.667	0.444

Lanjutan Tabel 5.10 Rekapitulasi Nilai Standar Deviasi & Varians Kegiatan Rincian Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		Standar Deviasi	Varians
		Optimis (a)	Pesimis (b)		
	Pengecoran	5.000	9.000	0.667	0.444
V	Tangga Lt.7				
	Bekesting	2.000	3.000	0.167	0.028
	Pembesian	2.000	3.000	0.167	0.028
	Pengecoran	1.000	2.000	0.167	0.028
W	Kolom Lt.8				
	Pembesian	4.333	6.333	0.333	0.111
	Bekesting	4.333	6.333	0.333	0.111
	Pengecoran	4.333	6.333	0.333	0.111
X	Atap	5.000	9.000	0.667	0.444
Y	Tangga Lt.8				
	Bekesting	1.000	1.333	0.056	0.003
	Pembesian	1.000	2.000	0.167	0.028
	Pengecoran	1.000	1.333	0.056	0.003
Z	<i>Metal works</i>	31.667	46.667	2.500	6.250

Setelah didapatkan standar deviasi dan varians kegiatan pada tiap pekerjaan dari hasil durasi optimis (a) dan pesimis (b), maka hasil varians kegiatan pekerjaan dibagi dengan pembagi *sequence* seperti yang telah dijabarkan pada sub-bab 5.3 sebelumnya. Sehingga didapatkan rekapitulasi varians untuk pekerjaan *sequence* pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Varians Kegiatan Rincian Pekerjaan *Sequence*

Kode	Uraian Pekerjaan <i>Sequence</i>	Varians <i>Sequence</i>
A	<i>Bored Pile</i> seq 1	2.083
B	<i>Bored Pile</i> seq 2	2.083
C	<i>Bored Pile</i> seq 3	2.083
D	Penggalian & Pembobokan seq 1	2.083
E	Penggalian & Pembobokan seq 2	2.083
F	Penggalian & Pembobokan seq 3	2.083
G	<i>Termite Control</i> seq 1	0.865
H	<i>Termite Control</i> seq 2	0.865
I	<i>Termite Control</i> seq 3	0.865
J	Lantai Kerja seq 1	0.412
K	Lantai Kerja seq 2	0.412
L	Lantai Kerja seq 3	0.412
M	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	3.704
N	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	3.704
O	Bekisting <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	3.704
P	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	2.083
Q	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	2.083
R	Pembesian <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	2.083
S	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 1	2.083
T	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 2	2.083
U	Cor <i>Pile Cap</i> dan <i>Tie Beam</i> seq 3	2.083
V	Plat Lt.1 seq 1	2.500
W	Plat Lt.1 seq 2	2.500
X	Plat Lt.1 seq 3	1.250
Y	Kolom Lt.1 seq 1	1.600
Z	Kolom Lt.1 seq 2	1.600
AA	Kolom Lt.1 seq 3	0.800
AB	Plat Lt.2 seq 1	1.111
AC	Plat Lt.2 seq 2	1.111
AD	Plat Lt.2 seq 3	0.556
AE	Bekisting Tangga Lt.1	0.151
AF	Pembesian Tangga Lt.1	0.309
AG	Pengecoran Tangga Lt.1	0.077
AH	Kolom Lt.2 seq 1	1.600
AI	Kolom Lt.2 seq 2	1.600
AJ	Kolom Lt.2 seq 3	0.800
AK	Plat Lt.3 seq 1	1.111
AL	Plat Lt.3 seq 2	1.111
AM	Plat Lt.3 seq 3	0.556
AN	Bekisting Tangga Lt.2	0.111
AO	Pembesian Tangga Lt.2	0.198
AP	Pengecoran Tangga Lt.2	0.028
AQ	Kolom Lt.3 seq 1	1.600
AR	Kolom Lt.3 seq 2	1.600
AS	Kolom Lt.3 seq 3	0.800
AT	Plat Lt.4 seq 2	1.852

**Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulasi Varians Kegiatan Rincian Pekerjaan
Sequence**

Kode	Uraian Pekerjaan <i>Sequence</i>	Varians <i>Sequence</i>
AU	Plat Lt.4 seq 3	0.926
AV	Bekesting Tangga Lt.3	0.111
AW	Pembesian Tangga Lt.3	0.198
AX	Pengecoran Tangga Lt.3	0.028
AY	Kolom Lt.4 seq 2	2.667
AZ	Kolom Lt.4 seq 3	1.333
BA	Plat Lt.5 seq 2	1.852
BB	Plat Lt.5 seq 3	0.926
BC	Bekisting Tangga Lt.4	0.111
BD	Pembesian Tangga Lt.4	0.198
BE	Pengecoran Tangga Lt.4	0.028
BF	Kolom Lt.5 seq 2	2.667
BG	Kolom Lt.5 seq 3	1.333
BH	Plat Lt.6 seq 2	1.852
BI	Plat Lt.6 seq 3	0.926
BJ	Bekesting Tangga Lt.5	0.028
BK	Pembesian Tangga Lt.5	0.028
BL	Pengecoran Tangga Lt.5	0.028
BM	Kolom Lt.6 seq 2	2.667
BN	Kolom Lt.6 seq 3	1.333
BO	Plat Lt.7	0.444
BP	Bekesting Tangga Lt.6	0.028
BQ	Pembesian Tangga Lt.6	0.028
BR	Pengecoran Tangga Lt.6	0.028
BS	Kolom Lt.7	0.111
BT	Plat Lt.8	0.444
BU	Bekesting Tangga Lt.7	0.028
BV	Pembesian Tangga Lt.7	0.028
BW	Pengecoran Tangga Lt.7	0.028
BX	Kolom Lt.8	0.111
BZ	Atap	0.444
CA	Bekesting Tangga Lt.8	0.003
CB	Pembesian Tangga Lt.8	0.028
CC	Pengecoran Tangga Lt.8	0.003
CD	<i>Metal works</i>	6.250

5.6 Analisis Target Penjadwalan Proyek

Setelah dilakukan tahapan analisis dari 3 kali percobaan, maka telah didapatkan jalur kritis serta nilai standar deviasi dan *varians* kegiatan pekerjaan. Pada hasil dari *network diagram* ke-1, didapatkan bahwa waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan proyek TILC UGM ini selama 263.344 hari = 264 hari dan target T(d) proyek selama 161 hari (Lampiran 2). Untuk menyatakan hubungan antara TE dan T(d), maka dapat digunakan z sebagai simbolnya. Berikut ini merupakan perhitungan probabilitas proyek.

Standar deviasi = $\sum V(te)$ lintasan kritis

$$= V(A+B+C+F+I+L+R+W+Z+AB+AC+AH+AI+AK+AL+AQ \\ +AR+AT+AY+BA+BF+BH+BM+BN+BO+BS+BT+ \\ BX+BZ+CD)$$

$$= 49.332$$

$$\text{Deviasi } z = \frac{T(d)-TE}{S} \\ = \frac{161-263,332}{49.332} \\ = -2.075$$

Setelah didapatkan nilai z, maka dapat dilakukan pembacaan pada Tabel Apendiks II (Lampiran 3) untuk memperoleh probabilitas durasi proyek selesai. Setelah dilakukan pembacaan, diperoleh angka probabilitas percobaan ke-1 sebesar 1.92%. Angka probabilitas tersebut menunjukkan bahwa untuk kemungkinan untuk menyelesaikan proyek sesuai dengan waktu target yakni 161 hari memiliki kemungkinan berhasil hanya 1.92% dari percobaan ke-1.

Berdasarkan hasil dari *network diagram* ke-2, waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan proyek TILC UGM ini selama 262.456 hari = 263 hari dan target T(d) proyek selama 161 hari (Lampiran 2). Dalam menyatakan hubungan antara TE dan T(d), maka dapat digunakan z sebagai simbolnya. Berikut ini merupakan perhitungan probabilitas proyek.

Standar deviasi = $\sum V(te)$ lintasan kritis

$$\begin{aligned}
 &= V(A+B+C+E+F+H+K+N+Q+T+W+Z+AC+ \\
 &\quad AI+AL+AR+AT+AY+BA+BF+BH+BM+ \\
 &\quad BN+BO+BS+BT+BX+BZ+CD) \\
 &= 51.780
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Deviasi } z &= \frac{T(d)-TE}{s} \\
 &= \frac{161-262.456}{51.780} \\
 &= -1.959
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai z , maka dapat dilakukan pembacaan pada Tabel Apendiks II (Lampiran 3) untuk memperoleh probabilitas durasi proyek selesai. Setelah dilakukan pembacaan, diperoleh angka probabilitas percobaan ke-2 sebesar 2.56%. Angka probabilitas tersebut menunjukkan bahwa untuk kemungkinan untuk menyelesaikan proyek sesuai dengan waktu target yakni 161 hari memiliki kemungkinan berhasil hanya 2.56% dari percobaan ke-2.

Setelah dilakukan percobaan ke-3, hasil dari *network diagram* ke-3 menunjukkan waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan proyek TILC UGM ini selama 240.178 hari = 241 hari dan target $T(d)$ proyek selama 161 hari (Lampiran 2). Dalam menyatakan hubungan antara TE dan $T(d)$, maka dapat digunakan z sebagai simbolnya. Berikut ini merupakan perhitungan probabilitas proyek.

Standar deviasi = $\sum V(te)$ lintasan kritis

$$\begin{aligned}
 &= V(A+B+C+D+E+F+G+H+I+J+K+P+Q \\
 &\quad +S+T+V+W+Y+Z+AB+AC+AH+AI \\
 &\quad +AK+AL+AQ+AR+AT+AY+BA+BF+BH \\
 &\quad +BM+BO+BS+BT+BX+BZ+CD) \\
 &= 64.658
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Deviasi } z &= \frac{T(d)-TE}{s} \\
 &= \frac{161-240.178}{64.658}
 \end{aligned}$$

$$= -1.225$$

Setelah didapatkan nilai z , maka dapat dilakukan pembacaan pada Tabel Apendiks II (Lampiran 3) untuk memperoleh probabilitas durasi proyek selesai. Setelah dilakukan pembacaan, diperoleh angka probabilitas sebesar 11.22%. Angka probabilitas tersebut menunjukkan bahwa untuk kemungkinan untuk menyelesaikan proyek sesuai dengan waktu target yakni 161 hari memiliki kemungkinan berhasil sebesar 11.12% dari percobaan ke-3.

5.7 Pembahasan

Pada saat penelitian ini dilakukan, penelitian terbatas mencari data primer berupa berupa hasil wawancara durasi optimis (a), pesimis (b), dan *most likely* (m) diambil melalui pihak pelaksana proyek di tempat, sedangkan untuk data sekunder berupa *time schedule* dan data penunjang gambar struktur proyek. Dalam pengolahan data, dibutuhkan data berupa gambar teknis, serta hasil wawancara dan diskusi akan durasi, urutan pekerjaan hingga keterkaitan antar pekerjaan yang dalam proyek Gedung TILC UGM.

Tahap awal penelitian ini dilakukan dengan meminta terlebih dahulu data sekunder berupa gambar teknis dan *time schedule* kepada pihak terkait proyek Gedung TILC UGM. Kemudian dilanjutkan dengan Menyusun form wawancara untuk dilakukan wawancara terhadap pihak pelaksana proyek pada Gedung TILC UGM untuk mengetahui durasi optimis (a), pesimis (b), dan *most likely* (m) masing-masing rincian pekerjaan tiap lantai pada objek Gedung TILC UGM. Pada wawancara tersebut, pihak pelaksana yang diwawancara mempertimbangkan durasi dari berbagai faktor-faktor yang akan mempengaruhi pengerjaan proyek gedung tersebut. Setelah mendapatkan durasi- durasi optimis (a), pesimis (b), dan *most likely* (m) dari rincian pekerjaan, selanjutnya dilakukan wawancara serta diskusi-diskusi tentang urutan rincian pekerjaan, hubungan ketergantungan antar pekerjaan, hingga penggambaran pelaksanaan di lapangan oleh pihak pelaksana proyek.

Setelah pengumpulan data telah dilakukan, hal pertama yang dilakukan adalah menghitung durasi TE, kemudian menyusun rincian pekerjaan sesuai urutan pekerjaan lapangan berdasarkan hasil diskusi dengan pihak pelaksana ahli di

Yogyakarta untuk dibagi menjadi pekerjaan *sequence*. Pembuatan pekerjaan *sequence* ini merupakan hasil diskusi dengan pihak yang diwawancarai serta hubungan ketergantungan dinilai dari *item* pekerjaan yang ada.

Pelaksanaan proyek pada pekerjaan struktur bawah dan lantai 1 memerlukan waktu yang lebih lama dari lantai-lantai di atasnya karena faktor pembukaan lahan. Pengerjaan struktur bawah ini dikerjakan secara bertahap *sequence*, yang mana tiap pengecoran struktur bawah telah selesai pada *sequence*-nya. Pada percobaan ke-1 dalam penentuan hubungan antar pekerjaan, hubungan pekerjaan lantai 1 dapat dimulai setelah pekerjaan selesai pada *sequence* struktur bawah tersebut. Begitu pula dengan lantai 1, setelah pekerjaan plat lantai 1 seq1 telah selesai, kemudian ada waktu persiapan geser sambil mempersiapkan pekerjaan kolom lantai 1 seq 1. Pengerjaan plat lantai 1 seq2 dimulai bersamaan dengan pekerjaan struktur bawah seq3 setelah struktur bawah seq2 telah selesai. Setelah itu pengerjaan plat lantai 1 seq3, dilakukan setelah pekerjaan struktur bawah seq3 selesai. Pada pengerjaan kolom lantai 1 seq1 dimulai setelah plat lantai 1 seq1 selesai, untuk kemudian dilanjutkan kolom lantai 1 seq2 bersamaan dengan plat lantai 2 seq 1. Setelah itu pengerjaan kolom lantai 1 seq3 dikerjakan setelah plat lantai 1 seq 3 selesai, begitu seterusnya hingga lantai paling atas. Pengerjaan tangga dilakukan setelah pekerjaan plat di atasnya dan kolom lantai bawahnya yang diselesaikan pada tiap lantainya.

Hubungan antar pekerjaan pada percobaan ke-2, dibuat berbeda dari pekerjaan struktur bawah hingga struktur dibandingkan dengan percobaan ke-1. Hubungan antar pekerjaan sebisa mungkin dihubungkan dengan logika yang baik untuk disusun ke dalam diagram. Pekerjaan lantai 1 tiap *sequence*-nya dimulai setelah masing-masing *sequence* pada struktur bawahnya selesai. Pekerjaan dilanjutkan menerus ke atas dengan dilakukan pengerjaan tangga setiap plat lantai atas dan kolom lantai bawah seq 3 selesai dilaksanakan.

Perbedaan antara percobaan ke-2 dan percobaan ke-3 adalah hubungan antar pekerjaan pada *item* pekerjaan struktur bawah seq 1 dan seq 2 dikerjakan bersamaan untuk kemudian setelahnya dapat dimulai pekerjaan seq 3. Sedangkan untuk lantai 1 ke atas masih sama atas dari pekerjaan lantai 1 dapat dimulai setelah pekerjaan selesai pada *sequence* struktur bawah tersebut. Pekerjaan dilaksanakan menerus

hingga lantai paling atas. Pengerjaan tangga dilakukan setelah pekerjaan plat di atasnya dan kolom lantai bawahnya yang diselesaikan pada seq 3 tiap lantainya. Durasi pekerjaan tiap lantai semakin naik ke atas semakin berkurang dikarenakan porsi gedung yang berkurang untuk dikerjakan semakin naik tingkat lantai, selain itu pekerjaan lantai-lantai di atas juga tipikal. Setelah didapatkan hubungan-hubungan pekerjaan tersebut, maka dilakukan pembuatan diagram CPM dengan AOA berdasarkan *predececcor* yang telah disusun dengan hasil diskusi dan pertimbangan *item* pekerjaan. Kemudian dilakukan perhitungan LET (*Latest Event Time*) dan EET (*Earliest Event Time*) untuk mendapatkan jalur kritis, yang mana $LET=EET$ atau $LET=0$.

Ketika sudah dapat ditentukan jalur kritis, maka dilakukan analisis standar deviasi dan *varians* kegiatan pada masing-masing rincian pekerjaan, kemudian digabungkan menjadi rekapitulasi tiap-tiap pekerjaan utama. Setelah mendapatkan standar deviasi dan *varians* kegiatan, pengerjaan z yang akan menyatakan hubungan antara durasi yang diharapkan TE dan durasi target proyek $T(d)$. setelah mendapatkan nilai z , dilakukan pembacaan Tabel Apendiks II untuk mencari probabilitas durasi proyek selesai.

Pada analisis *reschedule* proyek ini menggunakan metode PERT diperoleh durasi harapan waktu penyelesaian proyek Gedung TILC UGM percobaan ke-1 selama 263.344 hari = 264 hari dengan probabilitas 1.92%. Kemudian pada *reschedule* percobaan ke-2 didapatkan durasi harapan waktu penyelesaian proyek selama 262.456 hari = 263 hari dengan probabilitas 2.56%. Setelah dilakukan percobaan ke-3 didapatkan durasi harapan waktu penyelesaian proyek yakni selama 240.178 hari = 241 hari dengan probabilitas sebesar 11.12%. Berdasarkan dari tiga percobaan tersebut, hasil percobaan ke-3 memiliki durasi harapan penyelesaian waktu proyek yang paling optimal dibandingkan dari dua percobaan sebelumnya. Walaupun durasi tersebut merupakan yang paling optimal dari 3 kali percobaan hasil analisis, penjadwalan dengan PERT ini lebih lambat dari durasi rencana proyek asli.

Jadwal *existing* proyek yang telah direncanakan menargetkan selama 161 hari, bisa saja terlambat dikarenakan faktor-faktor yang tak terduga. Tujuan dari

percepatan ini adalah mengantisipasi jika proyek mengalami keterlambatan dan mengetahui durasi optimal yang dapat dilakukan jika terjadi keterlambatan pada proyek. Pada analisis juga untuk jalur kritis didapatkan ada jalur-jalur kritis yang perlu diperhatikan agar pekerjaan proyek tidak terlambat.

Hasil perhitungan durasi penjadwalan dengan PERT ini lebih lama didapatkannya daripada jadwal *existing* kemungkinan disebabkan oleh penentuan durasi saat melakukan wawancara durasi yang ditentukan oleh pihak pelaksana memiliki ketidakpastian yang sangat tinggi. Ketidakpastian yang tinggi dari durasi penentuan tersebut mengakibatkan nilai pada deviasi standar dan *varians* juga memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi. Sehingga probabilitas proyek dapat berjalan sesuai durasi target rencana yang didapatkan menjadi kecil sebesar 11.12%. Hal ini juga dapat disebabkan oleh kurangnya faktor-faktor spesifik untuk didiskusikan dalam penentuan durasi pekerjaan serta pembagian detail pekerjaan. Hasil dari percobaan ke-3 ini dapat digunakan jika proyek ketika direalisasikan memiliki keterlambatan yang tinggi, sehingga hasil dari percobaan ke-3 ini menjadi durasi yang paling optimal dalam mengatasi keterlambatan tersebut.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada proyek Gedung TILC UGM, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang terjadi.

1. Berdasarkan hasil analisis *reschedule* dengan metode PERT, didapatkan durasi waktu harapan penyelesaian proyek yang optimal setelah tiga percobaan yakni selama 240.178 hari dari pekerjaan pondasi hingga struktur selesai.
2. *Reschedule* dengan menggunakan metode PERT ini menghasilkan durasi yang lebih lama dibandingkan dengan jadwal *existing* proyek Gedung TILC UGM yakni lebih lambat 80 hari dari durasi target proyek itu sendiri yang memiliki durasi target selama 161 hari.
3. Berdasarkan analisis *reschedule* dengan metode PERT, probabilitas optimal untuk proyek dapat berjalan sesuai durasi target $T(d)=161$ hari adalah sebesar 11.12%.

6.2 SARAN

Dengan dilakukannya penelitian ini, terdapat saran-saran yang dapat disampaikan sebagai berikut.

1. Dalam penelitian selanjutnya, sebaiknya pembagian pekerjaan yang akan dilakukan penelitian dipertimbangkan lebih teliti dan mempunyai pertimbangan estimasi akurasi akan durasi pekerjaan yang sesuai pada saat wawancara agar dalam analisis menggunakan CPM hubungan ketergantungan antara kegiatan tidak memperlambat jadwal keseluruhan proyek .
2. Dalam pengumpulan data, dianjurkan untuk selalu teliti dengan kebutuhan apa saja yang diperlukan untuk mengolah data dan mempersiapkan pertanyaan untuk wawancara dengan baik serta memperhatikan dalam penentuan jenis studi kasus agar mempermudah pengolahan data di tahap selanjutnya.
3. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk menggunakan teknologi yang lebih canggih agar lebih efisien dan menambah alternatif lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, H. N., Dozzi, S. P., dan Abourizk, S. M. 1994. *Project Management: Techniques in Planning and Controlling Construction Project. Second Edition*. John Wiley & Sons Inc. Canada.
- Ervianto, W. I. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi Offset. Yogyakarta
- Husen, A. 2009. *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Husen, A. 2011. *Manajemen Proyek: Perencanaan Penjadwalan & Pengendalian Proyek (Edisi Revisi)*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Iluk, T., Ridwan, A., Winarto, S. 2020. *Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri*. Universitas Kadiri. Kediri
- Kirkpatrick, C. A. dan Levin, R. I. 1972. *Perencanaan dan Pengawasan dengan PERT dan CPM*. Bhatara. Jakarta.
- Ma'arif, S. dan Tanjung, H. 2003. *Manajemen Operasi*. Edisi Pertama. PT. Grasindo. Jakarta.
- Maharesi, R. 2002. Penjadwalan Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM. *Proceedings, Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2002)*. Auditorium Universitas Gunadarma, Jakarta, 21 -22 Agustus 2002.
- Masinambow, J. 2019. *Penjadwalan Pembangunan Menara Alfa Omega di Kota Tomohon dengan Menggunakan Metode PERT (Program Evaluation And Review Technique)*. Universitas Kristen Indonesia Tomohon. Tomohon.
- Prasetyo, N. W. dan Nugraheni, F. 2019. *Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan Menggunakan Metode PERT*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Raharja, I. 2014. Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode PERT di PT Hasana Damai Putra Yogyakarta pada Proyek Perumahan Tirta Sani. *Jurnal Bentang*. Vol. 2 No. 1 Januari 2014. Bekasi.

- Ridho, M. R. dan Syahrizal. 2014. *Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan Di Jl. Gaperta Medan, Sumatera Utara)*. Kampus USU. Medan.
- Setiawan, S. dan Handoyono. 2021. *Perencanaan Proyek dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Jalan Tol Tebangi Besar-Kayu Agung Lampung PT Waskita Karya*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. Surabaya.
- Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga. Jakarta.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional (Edisi Kedua)*. Erlangga. Jakarta.
- Soeharto, I. 2002. *Studi Kelayaan Proyek Industri*. Erlangga. Jakarta.
- Tiara, W. dan Marwan. 2019. *Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Kantor Notaris Menggunakan Metode CPM dan PERT*. Universitas Potensi Utama. Medan.



The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a central emblem of a stylized flower or flame with a vertical line through its center. The emblem is enclosed in a rounded rectangular border. The word "ISLAM" is written in a sans-serif font above the emblem. The words "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" are written vertically on the left and right sides of the emblem, respectively. Below the emblem, there is Arabic calligraphy in a stylized font.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penelitian



Empowering The Future

No : 0335/G2/519008/PP/VI/2020
Lampiran : -

Yogyakarta, 08 Juni 2020

Kepada :
Novita Kristianti
Mhs. Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
di Tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan surat Saudara Nomor : 36/Ka Prodi PSTS/20/TA/II/2020 tanggal 5 Februari 2020 Perihal Permohonan Izin Penelitian TA & Pengambilan Data *Time Schedule*, Gambar Kerja, serta Wawancara Rincian & Durasi Pekerjaan untuk TA. Maka, dengan ini dapat kami berikan sebagai berikut :

- a. Bahwa untuk keperluan penelitian dan Data *Time Schedule*, Gambar Kerja, serta Wawancara Rincian & Durasi Pekerjaan dapat dilakukan di Kantor Proyek Paket 4 UGM.
- b. Bahwa data-data yang dipakai tersebut bukan data yang bersifat Rahasia Negara.
- c. PT. PP (Persero) Tbk siap membantu dalam pemberian materi dan data dalam proses penelitian.

Demikian surat ini kami sampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Hormat Kami,

PT. PP (Persero) Tbk

Siswono

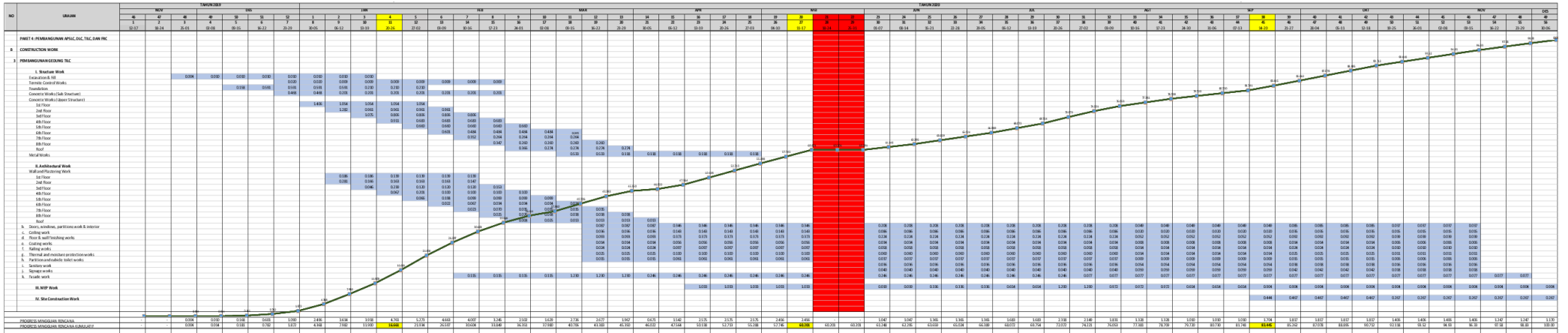
Project Manager



Lampiran 2 Time Schedule Proyek



KURVA S
PAKET 4 : PEMBANGUNAN APSLC, DLC, TILC, DAN FRC UNIVERSITAS GADJAH MADA



MINISTERI/DEPARTEMEN/LEMBAGA UNIVERSITAS GADJAH MADA

MEMBERSI DAN MENYUSUN
CONSULTANT SERVICES

DIBUAT OLEH:
P.P. (Pembinaan dan Pengawasan)

ROBY WIJANAKO, S.E.
PWA

TOMOKI YAMAMOTO
Team Leader

SISWONO
Project Manager



Lampiran 4 Form Wawancara

Lanjutan Lampiran 1. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan *Most Likely* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
	Bekesting	20	32	25
	Pengecoran	20	32	25
F	Plat Lt.3			
	Bekesting	25	35	30
	Pembesian	∩	∩	∩
	Pengecoran	∩	∩	∩
G	Tangga Lt.2			
	Bekesting	4	6	5
	Pembesian	5	8	7
	Pengecoran	2	3	2
H	Kolom Lt.3			
	Pembesian	20	32	25
	Bekesting	∩	∩	∩
	Pengecoran	∩	∩	∩
I	Plat Lt.4			
	Bekesting	20	30	25
	Pembesian	∩	∩	∩
	Pengecoran	∩	∩	∩
J	Tangga Lt.3			
	Bekesting	4	6	5
	Pembesian	5	8	7
	Pengecoran	2	3	2
K	Kolom Lt.4			
	Pembesian	10	25	15
	Bekesting	∩	∩	∩
	Pengecoran	∩	∩	∩
L	Plat Lt.5			
	Bekesting	20	30	25
	Pembesian	∩	∩	∩
	Pengecoran	∩	∩	∩
M	Tangga Lt.4			
	Bekesting	4	6	5
	Pembesian	5	8	7

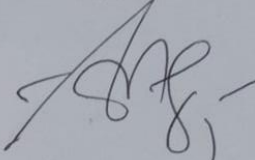
Lanjutan Lampiran 1. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan *Most Likely* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
	Pengecoran	2	3	2
N	Kolom Lt.5			
	Pembesian	10	25	19
	Bekesting	10	25	19
	Pengecoran	10	25	19
O	Plat Lt.6			
	Bekesting	20	30	25
	Pembesian	}	}	}
	Pengecoran	}	}	}
P	Tangga Lt.5			
	Bekesting	2	3	2
	Pembesian	2	3	2
	Pengecoran	1	2	1
Q	Kolom Lt.6			
	Pembesian	10	25	19
	Bekesting	}	}	}
	Pengecoran	}	}	}
R	Plat Lt.7			
	Bekesting	6	12	10
	Pembesian			
	Pengecoran			
S	Tangga Lt.6			
	Bekesting	2	3	2
	Pembesian	2	3	2
	Pengecoran	1	2	1
T	Kolom Lt.7			
	Pembesian	8	10	9
	Bekesting	}	}	}
	Pengecoran	}	}	}
U	Plat Lt.8			
	Bekesting			
	Pembesian			
	Pengecoran			

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Yogyakarta, 28 Februari 2020

Validator



(NURUL AMALIA)

Lampiran 1. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan Most Likely (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
B	BANGUNAN GEDUNG TILC			
I	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH			
	Pengeboran			
	Pembesian	25	40	30
	Pengecoran Pile			
	Penggalian & Pembobokan	15	30	20
	Galian Pile Cap			
	Galian Tie Beam			
	Termite Control	5	15	10
	Lantai Kerja	4	8	5
	Bekisting	15	35	25
	Pembesian	30	45	35
	Cor Pile Cap dan Tie Beam	15	30	20
	Loading Test dan Persiapan Pembongkaran			
II	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS			
A	Plat Lt.1 -> tie beam cor bekisting	15	30	20
	Pembesian	}	}	}
	Pengecoran	}	}	}
B	Kolom Lt.1	10	22	15
	Pembesian	}	}	}
	Bekisting	}	}	}
	Pengecoran	}	}	}
C	Plat Lt.2	15	25	20
	Bekisting	}	}	}
	Pembesian	}	}	}
	Pengecoran	}	}	}
D	Tangga Lt.1			
	Bekisting	4	7	6
	Pembesian	5	9	6
	Pengecoran	3	4	3
E	Kolom Lt.2	10	22	15
	Pembesian			

Lanjutan Lampiran 1. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan Most Likely (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
	Bekesting			
	Pengecoran			
F	Plat Lt.3	15	25	20
	Bekesting	5	5	5
	Pembesian			
	Pengecoran			
G	Tangga Lt.2			
	Bekesting	4	6	5
	Pembesian	5	8	6
	Pengecoran	2	3	2
H	Kolom Lt.3	10	22	15
	Pembesian			
	Bekesting	5	5	5
	Pengecoran			
I	Plat Lt.4			
	Bekesting	10	20	15
	Pembesian			
	Pengecoran			
J	Tangga Lt.3			
	Bekesting	4	6	5
	Pembesian	5	8	6
	Pengecoran	2	3	2
K	Kolom Lt.4	6	15	9
	Pembesian			
	Bekesting			
	Pengecoran			
L	Plat Lt.5	10	20	15
	Bekesting			
	Pembesian			
	Pengecoran			
M	Tangga Lt.4			
	Bekesting	4	6	5
	Pembesian	5	8	6

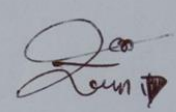
Lanjutan Lampiran 1. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan Most Likely (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
	Pengecoran	2	3	2
N	Kolom Lt.5	6	15	9
	Pembesian			
	Bekesting			
	Pengecoran			
O	Plat Lt.6	10	20	15
	Bekesting	∫	∫	∫
	Pembesian			
	Pengecoran			
P	Tangga Lt.5			
	Bekesting	2	3	2
	Pembesian	2	3	2
	Pengecoran	1	2	1
Q	Kolom Lt.6			
	Pembesian	6	15	9
	Bekesting	∫	∫	∫
	Pengecoran			
R	Plat Lt.7			
	Bekesting	4	6	4
	Pembesian	∫	∫	∫
	Pengecoran			
S	Tangga Lt.6			
	Bekesting	2	3	2
	Pembesian	2	3	2
	Pengecoran	1	2	1
T	Kolom Lt.7			
	Pembesian	2	4	3
	Bekesting	∫	∫	∫
	Pengecoran			
U	Plat Lt.8			
	Bekesting	1	6	4
	Pembesian	∫	∫	∫
	Pengecoran			

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Yogyakarta, 18 Februari 2020

Validator



(EREN OKI K.)

Lampiran 1. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan Most Likely (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
B	BANGUNAN GEDUNG TILC			
I	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH			
	Pengeboran			
	Pembesian } Jadi satu Bored pile	30	45	35
	Pengecoran Pile			
	Penggalian & Pembobokan	30	35	25
	Galian Pile Cap			
	Galian Tie Beam			
	Termite Control	10	20	15
	Lantai Kerja	7	15	10
	Bekisting	20	40	30
	Pembesian	35	50	40
	Cor Pile Cap dan Tie Beam	20	35	25
	Loading Test dan Persiapan Pembongkaran			
II	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS			
A	Plat Lt.1			
	Pembesian	20	35	25
	Pengecoran	20	35	25
B	Kolom Lt.1			
	Pembesian	15	27	20
	Bekisting	15	27	20
	Pengecoran	15	27	20
C	Plat Lt.2			
	Bekisting	20	30	25
	Pembesian	20	30	25
	Pengecoran	20	30	25
D	Tangga Lt.1			
	Bekisting	4	6	5
	Pembesian	6	8	7
	Pengecoran	2	3	2
E	Kolom Lt.2			
	Pembesian	15	27	20

Lanjutan Lampiran 1. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan *Most Likely* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
	Bekesting	15	27	20
	Pengecoran	15	27	20
F	Plat Lt.3			
	Bekesting	20	30	25
	Pembesian	20	30	25
	Pengecoran	20	30	25
G	Tangga Lt.2			
	Bekesting	4	6	5
	Pembesian	6	8	7
	Pengecoran	2	3	2
H	Kolom Lt.3			
	Pembesian	15	27	20
	Bekesting	15	27	20
	Pengecoran	15	27	20
I	Plat Lt.4			
	Bekesting			
	Pembesian	15	25	20
	Pengecoran	15	25	20
		15	25	20
J	Tangga Lt.3			
	Bekesting			
	Pembesian	4	6	5
	Pengecoran	6	8	7
		2	3	2
K	Kolom Lt.4			
	Pembesian			
	Bekesting	8	20	14
	Pengecoran	8	20	14
		8	20	14
L	Plat Lt.5			
	Bekesting			
	Pembesian	15	25	20
	Pengecoran	15	25	20
		15	25	
M	Tangga Lt.4			
	Bekesting	4	6	5
	Pembesian	6	8	7

Lanjutan Lampiran 1. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan *Most Likely* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
	Pengecoran	1	2	1
N	Kolom Lt.5			
	Pembesian	8	20	14
	Bekesting	8	20	14
	Pengecoran	8	20	14
O	Plat Lt.6			
	Bekesting	15	25	20
	Pembesian	15	25	20
	Pengecoran	15	25	20
P	Tangga Lt.5			
	Bekesting	2	3	2
	Pembesian	2	3	2
	Pengecoran	1	2	1
Q	Kolom Lt.6			
	Pembesian	8	20	14
	Bekesting	8	20	14
	Pengecoran	8	20	14
R	Plat Lt.7			
	Bekesting	5	9	7
	Pembesian	5	9	7
	Pengecoran	5	9	7
S	Tangga Lt.6			
	Bekesting	2	3	2
	Pembesian	2	3	2
	Pengecoran	1	2	1
T	Kolom Lt.7			
	Pembesian	3	5	4
	Bekesting	3	5	4
	Pengecoran	3	5	4
U	Plat Lt.8			
	Bekesting	5	9	7
	Pembesian	5	9	7
	Pengecoran	5	9	7

Lanjutan Lampiran I. Hasil Wawancara Durasi Pekerjaan Optimis (a), Pesimis (b), dan Most Likely (m)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		
		Optimis (a)	Pesimis (b)	Most Likely (m)
WV	Tangga Lt.7			
	Bekisting	2	3	2
	Pembesian	2	3	2
	Pengecoran	1	2	1
XW	Kolom Lt.8			
	Pembesian	3	5	4
	Bekisting	3	5	4
	Pengecoran	3	5	4
YX	Atap	5	9	7
ZY	Metal Works	30	45	35
Z	Tangga Lt. 8			
	Bekisting	1	1	1
	Pembesian	1	2	1
	Penyecoran	1	1	1

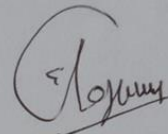
Catatan:

libur lebaran 2 minggu
 Hari kerja 390 hari
 setiap hari kerja
 TILC UGM Rp 74.322.678.000
 Bahan Metode lapangan
 Tangga bitumnya di luar, bitum stek

.....
.....
.....
.....
.....
.....

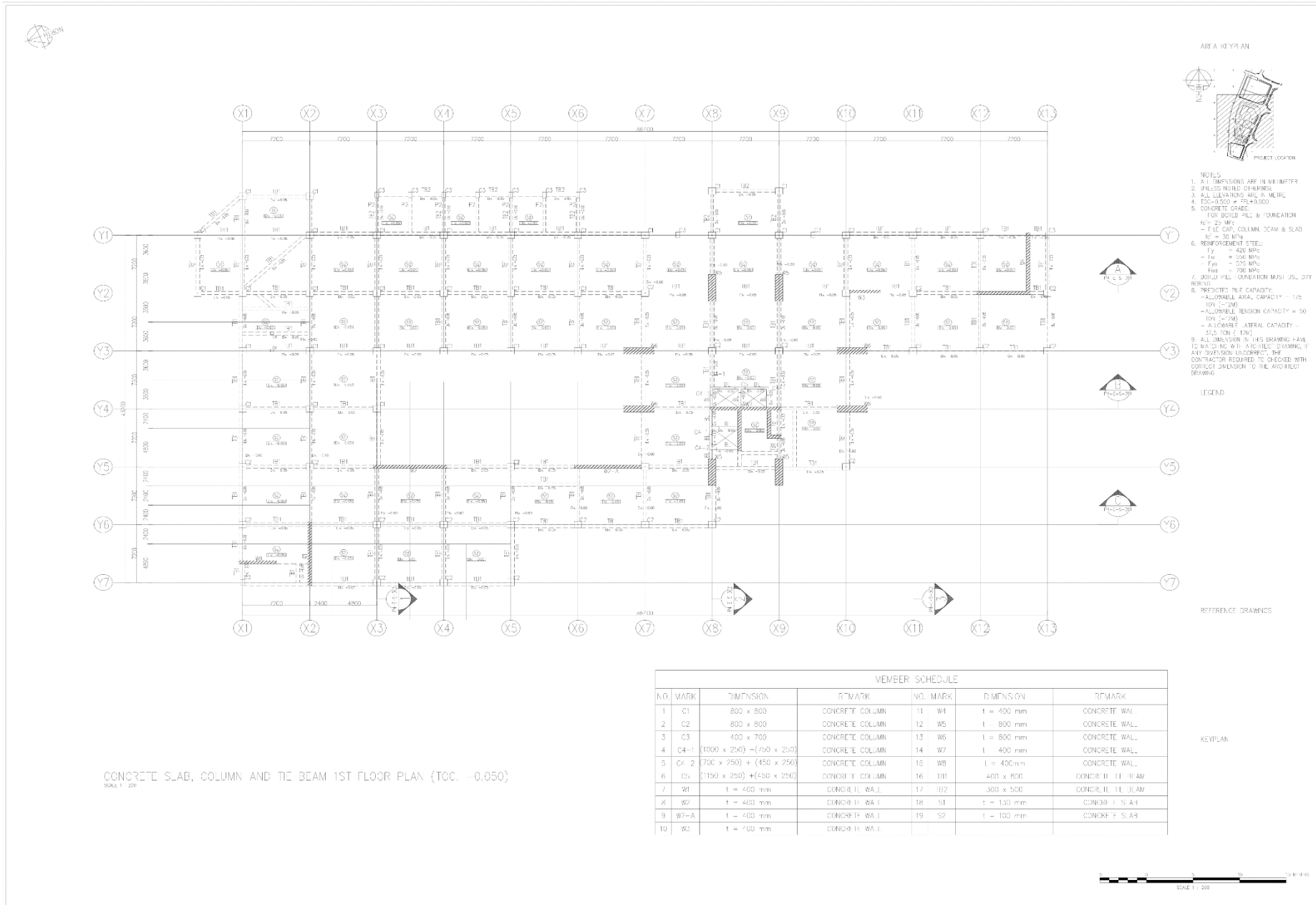
Yogyakarta, 28 Februari 2020

Validator



(Ahmad Agus S.)

Lampiran 5 Denah Struktur



Lampiran 6 Surat Keterangan Plagiasi



Direktorat Perpustakaan Universitas Islam Indonesia
Gedung Moh. Hatta
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext.2301
F. (0274) 898444 psw.2091
E. perpustakaan@uii.ac.id
W. library.uui.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI

Nomor: 1674469096/Perpus./10/Dir.Perpus/X/2021

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan ini, menerangkan Bahwa:

Nama : Novita Kristianti
Nomor Mahasiswa : 14 511 195
Pembimbing : Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.
Fakultas / Prodi : FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN/ PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Judul Karya Ilmiah : PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PERT STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG TILC UGM DI YOGYAKARTA

Karya ilmiah yang bersangkutan di atas telah melalui proses cek plagiasi menggunakan **Turnitin** dengan hasil kemiripan (*similarity*) sebesar **10 (Sepuluh) %**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 15/10/2021

Direktur



Joko S. Prianto, SIP., M.Hum