



TUGAS AKHIR - MO 141326

Analisa Mobilisasi pada Diving Support Vessel Proyek Underwater Inspection (Studi Kasus: Proyek Inspection, Maintenance & Repair Campaign)

Elisabeth Arlina Akbar

NRP. 0431144000051

Dosen Pembimbing:

Ir. Imam Rochani, M.Sc

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA MOBILISASI PADA PROYEK *UNDERWATER INSPECTION*
(STUDI KASUS: PROYEK *INSPECTION, MAINTENANCE & REPAIR*
CAMPAIGN)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi
Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Elisabeth Arlina Akbar 0431144000051

Disetujui oleh:

Ir. Imam Rochani, M.Sc.

(Pembimbing 1)

Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

(Pembimbing 2)

Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D.

(Penguji 1)

Nur Syahroni, S.T., M.T., Ph.D.

(Penguji 2)

Sholihin, S.T., M.T.

(Penguji 3)



Surabaya, Juni 2019

(halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALISA MOBILISASI PADA PROYEK *UNDERWATER INSPECTION*
(STUDI KASUS: PROYEK *INSPECTION, MAINTENANCE & REPAIR*
***CAMPAIGN*)**

Nama Mahasiswa : Elisabeth Arlina Akbar
NRP : 04311440000051
Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Imam Rochani, M.Sc.
Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Bangunan lepas pantai yang telah terpasang dan sudah beroperasi harus diperiksa secara berkala untuk keperluan sertifikasi. Jenis pemeriksaan yang dapat dilakukan adalah *Inspection, Maintenance & Repair* (IMR). Selain aspek *engineering* untuk melakukan serangkaian pemeriksaan IMR, aspek manajemen proyek pun sangat penting untuk dipertimbangkan karena seringkali terjadi keterlambatan dalam sebuah proyek. Tugas akhir ini menganalisa keterlambatan mobilisasi proyek IMR *Campaign* dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk menyusun jadwal ideal pelaksanaan proses persiapan mobilisasi dengan melakukan percepatan dan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) untuk menentukan penambahan biaya yang optimum terhadap kegiatan yang dipercepat sesuai dengan alternatif percepatannya yaitu penambahan jumlah pekerja dan penambahan jam kerja atau lembur. Dari analisa menggunakan CPM didapatkan kegiatan kritis pada proses persiapan mobilisasi yaitu mobilisasi peralatan dari *warehouse* menuju *jetty; loading, positioning & seafastening* peralatan di atas *deck*; instalasi peralatan *diving & ROV*; instalasi peralatan survei dan mobilisasi menuju *site*. Dari percepatan durasi didapatkan durasi ideal mobilisasi selama 7 hari dan membutuhkan biaya sebesar Rp. 953.891.250,-.

Kata kunci: keterlambatan proyek, *inspection, maintenance & repair, critical path method, time cost trade off*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

**MOBILIZATION ANALYSIS ON UNDERWATER INSPECTION
PROJECT (CASE STUDY: INSPECTION, MAINTENANCE & REPAIR
CAMPAIGN PROJECT)**

Name : Elisabeth Arlina Akbar
Reg. Number : 04311440000051
Departement : Teknik Kelautan FTK-ITS
Supervisors : Ir. Imam Rochani, M.Sc.
Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Offshore buildings that have been installed and operating must be periodically inspected for certification purposes. The type of inspection that can be done is Inspection, Maintenance & Repair (IMR). Besides an engineering aspect, aspects of project management are also very important to be consider because of delays that often happen in a project. This final project analyzes the delay in mobilization of IMR Campaign project by using the Critical Path Method (CPM) to arrange the ideal schedule for the mobilization preparation process by carrying out crashing and Time Cost Trade Off (TCTO) methods to determine the optimum cost for crashing in accordance with the crashing alternative. From the analysis using CPM, it was found that critical activities in the mobilization preparation process were mobilization of equipment from warehouse to the jetty; loading, positioning & seafastening equipment on deck; diving & ROV equipment installation; installation of survey equipment and mobilization to the site. Crashing alternative that used was increasing the number of workers and applying overtime work. From the duration crashing, the ideal duration of mobilization is obtained for 7 days and requires Rp. 953,891,250,-.

Keywords: project delay, inspection, maintenance & repair, critical path method, time cost trade off

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kelancaran dan kesempatan untuk saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**Analisa Mobilisasi Pada Proyek Underwater Inspection (Studi Kasus: Proyek Inspection, Maintenance & Repair Campaign)**”.

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan Studi Strata Satu (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari dari penulisan dan penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diharapkan dapat diberikan untuk pengembangan penelitian ini maupun penulis dimasa yang akan datang.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

(halaman ini sengaja dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas banyak dukungan dari berbagai pihak. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Peneliti menerima banyak bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik bersifat moral maupun material. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Mama tercinta yang selama ini telah menemani, memberi semangat, nasihat beserta omelannya, mendo'akan yang terbaik, tidak ada bosannya mengingatkan dan yang terpenting atas kasih sayang tulusnya.
3. Bapak Ir. Imam Rochani, M.Sc dan Bapak Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu memberi bimbingan, ilmu dan semangat untuk saya menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu dosen beserta staff akademik atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
5. Mas Fendi Hidayat yang selalu sabar menjawab ratusan pertanyaan saya mengenai studi kasus dalam penelitian ini.
6. Seluruh keluarga besar Maelstrom 2014 dan keluarga besar Departemen Teknil Kelautan.
7. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vii |
| UCAPAN TERIMA KASIH | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.2 Dasar Teori | 6 |
| 2.2.1 Proyek <i>Underwater Inspection, Maintenance & Repair (IMR) Campaign</i> | 6 |
| 2.2.2 Proyek dan Manajemen Proyek | 8 |
| 2.2.3 Keterlambatan Proyek | 11 |
| 2.2.4 <i>Network Planning</i> | 12 |
| 2.2.5 <i>Critical Path Method (CPM)</i> | 14 |
| 2.2.6 <i>Float</i> | 17 |
| 2.2.7 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis dan Lintasan Kritis | 18 |

| | |
|---|----|
| 2.2.9 <i>Time Cost Trade Off</i> | 21 |
| 2.2.10 Program <i>Microsoft Project</i> | 21 |
| BAB III METODOLOGI PENULISAN..... | 23 |
| 3.1 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) | 23 |
| 3.2 Penjelasan Diagram Alir | 24 |
| BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN | 27 |
| 4.1 Pengumpulan Data Proyek IMR <i>Campaign</i> | 27 |
| 4.2 Analisa Data Mobilisasi IMR <i>Campaign & Schedule</i> Awal dari Kontraktor | 29 |
| 4.3 Penyusunan Durasi Normal & <i>Network Diagram</i> Proses Persiapan Mobilisasi | 29 |
| 4.4 Menentukan Biaya Normal Persiapan Mobilisasi Proyek IMR <i>Campaign</i> | 32 |
| 4.5 Menentukan Kegiatan Kritis | 33 |
| 4.5.1 Menentukan <i>Earliest Event Time</i> (EET) dan <i>Latest Event Time</i> (LET) | 34 |
| 4.5.2 Menentukan <i>Total Float</i> (TF) & <i>Free Float</i> (FF)..... | 35 |
| 4.6 Menentukan Jalur Kritis..... | 37 |
| 4.7 Menentukan Alternatif Percepatan..... | 39 |
| 4.8 Menentukan Percepatan Durasi dan Biaya Percepatan Pada Jalur Kritis ... | 39 |
| 4.8.1 Menentukan Durasi Percepatan pada Jalur Kritis 1 | 40 |
| 4.8.2 Menentukan Biaya Percepatan pada Jalur Kritis 1 | 42 |
| 4.9 Menentukan Durasi Percepatan dan Biaya Percepatan pada Kegiatan Non- Kritis..... | 45 |
| 4.9.1 Menentukan Durasi Percepatan pada Setiap Kegiatan Non-Kritis | 45 |
| 4.9.2 Menentukan Biaya Percepatan untuk Kegiatan-Kegiatan Non-Kritis . | 47 |
| 4.10 Hasil Percepatan Proses Persiapan Mobilisasi..... | 48 |
| BAB V PENUTUP..... | 51 |

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 51 |
| 5.2 Saran..... | 52 |
| DAFTAR PUSTAKA | 53 |
| LAMPIRAN A | 55 |
| LAMPIRAN B | 57 |
| LAMPIRAN C | 59 |
| LAMPIRAN D | 61 |
| LAMPIRAN E | 63 |
| LAMPIRAN F..... | 65 |

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. 1 Profil Produksi Migas Nasional (Migas, 2017)..... | 1 |
| Gambar 1. 2 XYZ DSV (<i>Final Report IMR Campaign</i> , 2016)..... | 2 |
| Gambar 2. 1 Proses Manajemen Proyek (Husen, 2011) | 10 |
| Gambar 2. 2 Lingkaran Peristiwa <i>Network Planning</i> | 14 |
| Gambar 2. 3 <i>Critical Path Method</i> (CPM)..... | 15 |
| Gambar 2. 4 <i>Forward Pass</i> (Soeharto, 1999) | 16 |
| Gambar 2. 5 <i>Backward Pass</i> (Soeharto, 1999) | 17 |
| Gambar 2. 6 Tenggang Waktu Kegiatan pada CPM (Fadllan, 2017) | 18 |
| Gambar 2. 7 Grafik Hubungan Waktu dan Biaya | 21 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian | 23 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)..... | 24 |
| Gambar 4. 1 XYZ DSV (<i>Final Report IMR Campaign</i> , 2016)..... | 28 |
| Gambar 4. 2 <i>Network Diagram</i> Proses Persiapan Mobilisasi Proyek <i>IMR Campaign</i> | 31 |
| Gambar 4. 3 Jalur Kritis Proses Persiapan Mobilisasi | 38 |
| Gambar 4. 4 <i>Network Diagram</i> Hasil Percepatan Durasi Jalur Kritis 1 | 43 |
| Gambar 4. 5 <i>Network Diagram</i> Hasil Percepatan Kegiatan Non Kritis | 46 |
| Gambar 4. 6 Perbandingan Kondisi Normal dan Kondisi Percepatan..... | 50 |

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Lingkup Pekerjaan Proyek IMR <i>Campaign</i> | 6 |
| Tabel 4. 1 Aktivitas Utama Proyek IMR <i>Campaign</i> (<i>Project Close Out Report Underwater IMR Campaign, 2016</i>)..... | 27 |
| Tabel 4. 2 Data Kapal XYZ DSV (<i>Final Report IMR Campaign, 2016</i>)..... | 28 |
| Tabel 4. 3 Aktivitas Utama, Ketergantungan & Durasi Proses Persiapan Mobilisasi Proyek IMR <i>Campaign</i> | 29 |
| Tabel 4. 4 <i>Normal Duration</i> Persiapan Mobilisasi | 30 |
| Tabel 4. 5 <i>Normal Cost</i> Persiapan Mobilisasi..... | 32 |
| Tabel 4. 6 Upah Pekerja Inti Proyek IMR <i>Campaign</i> dalam Kondisi Normal | 33 |
| Tabel 4. 7 Upah Pekerja Inti Persiapan Mobilisasi dalam Kondisi Normal | 33 |
| Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan EET & LET | 34 |
| Tabel 4. 9 <i>Slack</i> pada Kegiatan Proses Persiapan Mobilisasi | 36 |
| Tabel 4. 10 Kegiatan Kritis Proses Persiapan Mobilisasi | 37 |
| Tabel 4. 11 Biaya Langsung Persiapan Mobilisasi | 39 |
| Tabel 4. 12 Penjadwalan Setelah Percepatan pada Jalur Kritis 1 | 41 |
| Tabel 4. 13 Biaya Percepatan Jalur Kritis..... | 44 |
| Tabel 4. 14 Durasi Percepatan Kegiatan Non Kritis..... | 47 |
| Tabel 4. 15 Penjadwalan Baru Proses Persiapan Mobilisasi..... | 48 |
| Tabel 4. 16 <i>Crashing Cost</i> pada Kegiatan Non Kritis | 49 |
| Tabel 4. 17 Perbandingan Kondisi Normal dengan Kondisi Percepatan..... | 49 |

(halaman ini sengaja dikosongkan)

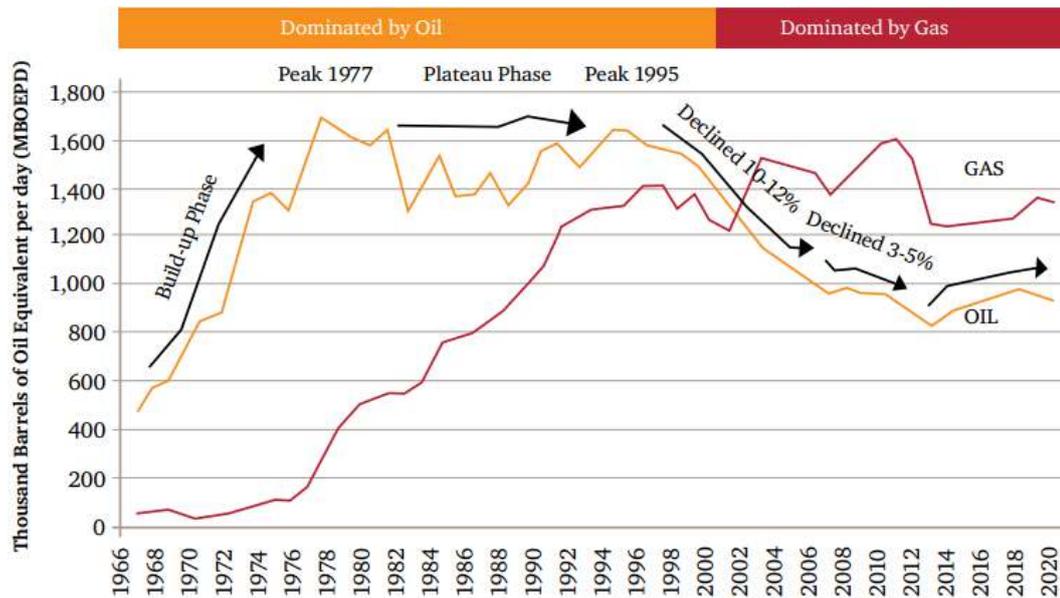
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri lepas pantai pertama kali dikembangkan oleh Kerr-McGee pada tahun 1947 di Teluk Meksiko. Setelah instalasi bangunan lepas pantai pertama di Teluk Mexico, banyak bermunculan bangunan lepas pantai dengan berbagai inovasi, terpancang maupun terapung, berada di perairan yang lebih dalam ataupun berada dikondisi lingkungan yang lebih ganas (Cakrabarti, 2005).

Di Indonesia, kegiatan produksi minyak dan gas bumi pun meningkat seiring dengan banyak ditemukannya cekungan-cekungan hidrokarbon yang belum dieksploitasi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. 1 pada profil produksi minyak & gas nasional. Artinya, jumlah bangunan lepas pantai pun terus bertambah sejak bangunan lepas pantai pertama dibangun pada tahun 1969.



Gambar 1. 1 Profil Produksi Migas Nasional (Migas, 2017)

Struktur lepas pantai yang telah terpasang dan sudah beroperasi harus dilakukan pemeriksaan secara rutin untuk keperluan sertifikasi. Struktur lepas pantai dinyatakan telah tersertifikasi jika telah melewati proses survei atau pemeriksaan keseluruhan terhadap struktur tersebut. Dalam *API Recommended*

Practice 2A-WSD, in-place survey untuk mengetahui kondisi sistem proteksi korosi dan kondisi dari platform itu sendiri harus dilakukan guna untuk mengurangi risiko terhadap hilangnya korban jiwa, kerugian material, pencemaran lingkungan dan melindungi sumberdaya alam itu sendiri.

Jenis survei yang dapat dilakukan adalah *Underwater Inspection, Maintenance & Repair (IMR)*. Pada umumnya, pada pelaksanaan *Underwater Inspection, Maintenance & Repair* dibutuhkan *Diving Support Vessel (DSV)* untuk mendukung pekerjaan tersebut. DSV digunakan sebagai sarana mobilisasi dan akomodasi personil. Selain itu DSV juga digunakan untuk meletakkan seluruh peralatan pendukung proyek seperti peralatan penyelaman, ROV dan lain sebagainya dan sebagai sarana transportasi dari lokasi kerja satu ke lokasi kerja lainnya.



Gambar 1. 2 XYZ DSV (*Final Report IMR Campaign, 2016*)

Selain pekerjaan *engineering*, dalam pelaksanaannya IMR juga melibatkan proses manajemen proyek. Manajemen proyek adalah fungsi manajemen yang didalamnya memiliki kegiatan perencanaan, kegiatan pelaksanaan dan kegiatan pengendalian yang sangat bergantung pada ketepatan anggaran, ketepatan kualitas dan ketepatan waktu. Jika ketiga *constraint* ini dapat dilakukan dengan tepat, maka manajemen proyek dapat dikategorikan berhasil. Sayangnya masih sering sekali terjadi keterlambatan proyek. Keterlambatan yang terjadi juga akan memicu

semakin meningkatnya biaya yang terbatas. Keterbatasan atas anggaran ini juga memiliki pengaruh kepada kualitas dari hasil pekerjaan.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan penelitian yang berfokus pada proses persiapan mobilisasi proyek *IMR Campaign* yang menggunakan XYZ DSV (Gambar 1. 2) sebagai sarana mobilisasi proyek tersebut. Proyek ini telah dikerjakan oleh PT ABCD dan diinisiasi oleh PT EFGH.

Peneliti akan membahas tentang keterlambatan proses mobilisasi proyek tersebut dengan melakukan percepatan atau penjadwalan ulang. Untuk melakukan percepatan ulang peneliti akan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) atau analisa menggunakan metode jalur kritis dan Analisa Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost-Trade Off Analysis*). Tujuan dari metode *Time Cost-Trade Off* adalah mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan penambahan biaya yang seminimum mungkin.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Aktivitas-aktivitas apa saja yang berada pada jalur kritis proses persiapan mobilisasi proyek *IMR Campaign*?
2. Alternatif percepatan apa saja yang dapat diterapkan untuk melakukan percepatan proses persiapan mobilisasi proyek *IMR Campaign*?
3. Bagaimana hasil analisa dari optimasi waktu dan biaya pada proses persiapan mobilisasi proyek *IMR Campaign*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui aktivitas apa saja yang berada pada jalur kritis proses persiapan mobilisasi proyek *IMR Campaign*.
2. Mengetahui alternatif percepatan yang dapat diterapkan untuk melakukan percepatan proses persiapan mobilisasi proyek *IMR Campaign*.
3. Mengetahui biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan percepatan pelaksanaan proses mobilisasi proyek *IMR Campaign*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis proses persiapan mobilisasi proyek *IMR Campaign*.
2. Memberikan informasi mengenai alternatif percepatan yang dapat diterapkan untuk melakukan percepatan proses persiapan mobilisasi proyek *IMR Campaign*.
3. Sebagai referensi penjadwalan proses persiapan mobilisasi proyek yang serupa untuk meminimalisir keterlambatan dan pembengkakan biaya.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan tugas akhir ini, maka perlu adanya lingkup pengujian atau asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Proyek yang diteliti adalah proyek *IMR Campaign* yang telah dilakukan oleh kontraktor PT ABCD.
2. Analisa yang akan dilakukan hanya pada proses persiapan mobilisasi yang menggunakan XYZ DSV.
3. Hanya mencari kegiatan kritis yang mengalami keterlambatan, melakukan penjadwalan ulang dengan penambahan jam kerja dan penambahan jumlah tenaga kerja serta biaya optimum yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan.
4. Data-data yang akan digunakan adalah data yang didapatkan dari kontraktor sesuai kondisi yang terjadi di lapangan dan wawancara dengan pihak kontraktor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Keterlambatan proyek yang tidak jarang terjadi disegala lingkup pekerjaan mengharuskan setiap pelaku pekerja untuk melakukan analisa penyebab keterlambatan untuk mencegah hal yang sama terjadi pada pekerjaan selanjutnya. Tidak hanya itu, topik ini juga menarik para peneliti untuk melakukan analisa baik itu untuk kebutuhan organasi ataupun untuk kegiatan pendidikan. Simatupang (2015) telah melakukan penelitian dengan tema pengaruh percepatan durasi terhadap waktu pada proyek konstruksi. Penelitian tersebut bertujuan untuk menghasilkan durasi dan biaya percepatan yang efisien dalam suatu proyek dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM).

CPM juga digunakan oleh Pratasik et al (2013) dalam penelitiannya yang menganalisa sensitivitas keterlambatan durasi proyek. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui pengaruh percepatan durasi menggunakan CPM dan pengaruh percepatan durasi terhadap peningkatan biaya pada pelaksanaan proyek. Selain itu Fadllan (2017) melakukan penelitian mengenai optimasi waktu dan biaya dengan metode *time cost-trade off* pada proyek pembangunan kapal sebagai solusi untuk mengatasi keterlambatan dengan mempercepat waktu pelaksanaan proyek yang sedang berjalan dengan penambahan biaya yang optimum terhadap kegiatan yang dipercepat pengerjaannya melalui penerapan alternatif percepatan.

Banyaknya penelitian yang membahas mengenai keterlambatan suatu proyek dengan menggunakan CPM sebagai metode penyelesaiannya menjadi acuan penulis untuk melakukan penelitian dengan tema analisa mobilisasi pada proyek *underwater inspection* dengan studi kasus proyek *IMR Campaign* yang telah dikerjakan oleh PT ABCD pada tahun 2016 silam.

Proyek tersebut mengalami keterlambatan pada saat proses persiapan mobilisasi sebelum menuju ke wilayah kerja. Penulis akan melakukan analisa keterlambatan dengan mencari kegiatan kritis yang terlambat menggunakan CPM dan melakukan penjadwalan ulang menggunakan metode *time cost-trade off*.

2. 2 Dasar Teori

2.2.1 Proyek *Underwater Inspection, Maintenance & Repair (IMR) Campaign*

Underwater Inspection, Maintenance and Repair (IMR) Campaign adalah salah satu proyek IMR yang yang diinisiasi oleh PT EFGH dan dikerjakan oleh PT ABCD sebagai kontraktor kerja sama yang terpilih.

IMR sendiri adalah salah satu jenis pekerjaan bawah air yang mencakup beberapa aspek seperti survei/inspeksi, perawatan hingga perbaikan pada bangunan dan fasilitas-fasilitas lepas pantai. Dalam *API Recommended Practice 2A-WSD*, *in-place survey* untuk mengetahui kondisi sistem proteksi korosi dan kondisi dari platform itu sendiri harus dilakukan guna untuk mengurangi risiko terhadap kegagalan seperti hilangnya korban jiwa, kerugian material, pencemaran lingkungan dan melindungi sumberdaya alam itu sendiri.

Pada umumnya proyek IMR mempunyai lingkup pekerjaan yang berbeda sesuai dengan kebijakan dari masing-masing perusahaan yang menginisiasi. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2. 1 terdapat beberapa lingkup pekerjaan IMR yang diinisiasi oleh PT EFGH.

Tabel 2. 1 Lingkup Pekerjaan Proyek IMR *Campaign*

| No. | Lingkup Pekerjaan |
|-----|---|
| 1. | <i>Engineering & Procedure</i> |
| 2. | <i>Preparation & Mobilization</i> |
| 3. | <i>Underwater Platform Inspection</i> |
| 4. | <i>SBM & PLEM Inspection</i> |
| 5. | <i>Anode SLED Installation</i> |
| 6. | <i>Pipeline Inspection</i> |
| 7. | <i>Onshore Resupply for Diving Support Vessel</i> |
| 8. | <i>Underwater Survey Leg of Jack Up Rig Taurus</i> |
| 9. | <i>Anode Pod Deployment and Installation (Clamping)</i> |
| 10. | <i>Demobilization</i> |

Tujuan dari proyek IMR *Campaign* sendiri adalah:

- Untuk mengurangi kegagalan yang terjadi pada bangunan lepas pantai

- Untuk memelihara dan mengurangi berhentinya proses produksi akibat kebocoran dan lain-lain
- Untuk memelihara integritas dari fasilitas-fasilitas bangunan lepas pantai seperti perpipaan, SPM & PLEM, dll
- Meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko

IMR sendiri melibatkan banyak pekerja dengan keahliannya masing-masing yang sesuai dengan kebutuhan dari setiap lingkup pekerjaannya. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2. 1, terdapat pekerjaan *underwater platform inspection*.

Underwater Platform Inspection (UWPI) adalah lanjutan dari fabrikasi pada saat platform berada di darat selama proses pengiriman ke situs, instalasi dan selama proses operasi (Bayliss, Short, & Bax, 1998). Setelah proses instalasi, pengawasan berkala maupun pemeriksaan lengkap dilakukan untuk mempertahankan integritas struktur. Pemeriksaan tersebut dilakukan untuk:

1. Sertifikasi atau pemeliharaan sertifikat pemeliharaan struktur
2. Jaminan keandalan dan keselamatan para operator
3. Dapat menjadi acuan pada kondisi bekerja pada saat terjadi kecelakaan, perbaikan setelah kecelakaan dan keperluan modifikasi lainnya

Menurut Keputusan Direkur Jenderal Minyak & Gas No. 21K/38/DJM/1999 tentang Petunjuk Pelaksanaan Tatacara Pemeriksaan Teknis Atas Konstruksi Platform yang Dipergunakan dalam Usaha Migas, pemeriksaan berkala struktur bawah air dilakukan dari splash zone sampai dasar laut. Pemeriksaan struktur dibawah air, dari splash zone sampai dasar laut, meliputi:

1. Pemeriksaan struktur bawah air dengan menggunakan video untuk memeriksa integritas struktur, meliputi: kaki jacket, batang horizontal, batang diagonal, riser clamp, lengkungan riser, *conductor* dan anode
2. Pemeriksaan, pencatatan dan pembuatan sketsa pada erosi disekitar jacket, batang-batang horizontal dan lengkungan riser di dasar laut sampai radius 20 ft dari jacket
3. Pemeriksaan, pencatatan dan pembuatan sketsa dari sampah yang melekat pada platform dan sekitarnya sampai radius 20 ft

4. Pemeriksaan dan pengukuran/pembacaan potensial dari sistem perlindungan korosi, dilakukan pada bagian luar seluruh kaki jacket di daerah splash zone dan semua elevasi horizontal yang ada pada jacket (T-K-Y joint) sampai dasar laut, termasuk perhitungan jumlah anode
5. Pemeriksaan, pemotretan dan pengukuran pertumbuhan laut, paling tidak dilakukan pada satu kaki jacket untuk platform yang mempunyai maksimal 4 kaki dan paling tidak dua kaki untuk platform yang mempunyai lebih dari 4 kaki. Pengukuran dilakukan setiap 5 ft dari permukaan laut sampai kedalaman (-) 25 ft dan pengukuran setiap 15 ft untuk kedalaman selebihnya
6. Pemeriksaan baut-baut dari riser clamp terhadap kerusakan atau berkurangnya kekencangan baut, dilakukan sampai dasar laut
7. Pengukuran tebal dilakukan paling tidak pada satu kaki setiap platform yaitu pada daerah splash zone, setiap titik elevasi horizontal (T-K-Y joint), bagian tengah kaki diantara 2 elevasi horizontal
8. Pemeriksaan *Magnetic Particle Inspection* (MPI) dilakukan pada sambungan-sambungan yang ditentukan oleh penilaian perencanaan karena mengalami tegangan berlebihan, sambungan-sambungan yang ditentukan dalam penilaian perencanaan karena mempunyai umur kelelahan yang rendah dan telah terlampaui dan sambungan pada bagian struktur yang mengalami kerusakan

Berdasarkan penjelasan diatas, pekerjaan tersebut membutuhkan beberapa tenaga ahli untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan-pekerjaan tersebut seperti *diving supervisor*, *diver* (*air gas diver* maupun *mixed gas diver*), *ROV supervisor*, *ROV pilot*, *diver medical technician* (DMT), *marine surveyor*, dan lain sebagainya.

2.2.2 Proyek dan Manajemen Proyek

Proyek didefinisikan KBBI sebagai rencana pekerjaan dengan sasaran khusus dan dengan saat penyelesaian yang tegas. Proses ini bersifat umum dan dapat digunakan dalam hampir berbagai kegiatan yang pengelolaannya bersifat sistematis, terarah serta mempunyai tujuan yang jelas. Definisi proyek sebagai

gabungan dari sumber daya seperti manusia, material, peralatan dan biaya dan dihimpun oleh organisasi untuk mencapai tujuan (Husen, 2011).

Penjelasan proyek yang lebih detail dijelaskan oleh Heerkens (2001), proyek didefinisikan sebagai sebuah keadaan yang sementara, dimana keadaan tersebut memiliki berbagai permasalahan yang membutuhkan respon atau solusi untuk mengatasinya dan ketidakpastian (*uncertainly*) yang berkaitan dengan resiko. Hal ini berarti bahwa sebuah proyek memiliki titik awal dan akhir yang jelas, memiliki permasalahan yang membutuhkan solusi dan biasanya bertujuan untuk menghasilkan keuntungan, atau setidaknya meminimalisir kerugian (*save money*) dengan resiko yang tidak pasti.

Proyek memiliki ciri pokok yang menurut Nurhayati (2010) yang dikutip oleh Redana (2016) dirangkum menjadi:

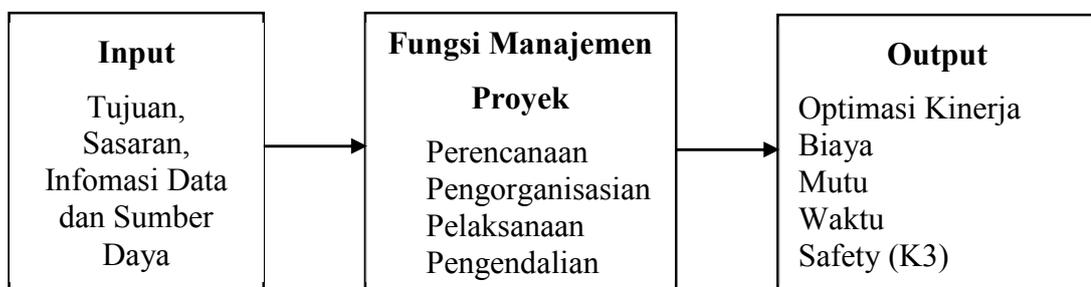
1. Mempunyai tujuan yang khusus.
2. Memiliki jumlah biaya, sasaran jadwal, dan kriteria mutu dalam proses pencapaian tujuan.
3. *Temporary*, bersifat sementara. Umur proyek dibatasi oleh titik mulai dan akhir yang ditentukan secara jelas.
4. Non rutin, tidak selalu dilakukan berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan dapat berubah sesuai dengan kebutuhan pencapaian tujuan.

Manajemen proyek dapat didefinisikan sebagai suatu proses dari perencanaan, pengaturan, kepemimpinan dan pengendalian dari suatu proyek oleh para anggotanya dengan memanfaatkan sumber daya seoptimal mungkin untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek ini dengan benar merupakan kunci keberhasilan dalam penyelenggaraan suatu proyek (Chairil Nizar, 2011 dalam Redana, 2016). Manajemen proyek juga didefinisikan sebagai aplikasi dari pengetahuan, keahlian, material dan kemampuan teknis dalam aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan proyek (Heerskens, 2001).

Pada dasarnya, manajemen proyek yang baik dapat dinilai dari *triple constrain* yang terdiri dari biaya atau anggaran, waktu atau jadwal, dan kualitas

pekerjaan. Oleh karena itu, dalam perencanaan manajemen proyek yang baik harus dapat mengelaborasi ketiga *constrain* secara tepat.

Manajemen proyek akan membantu mendefinisikan batasan mengenai tugas, wewenang dan tanggung jawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam suatu proyek. Batasan ini akan membantu menghindari *overlapping* antara pihak-pihak yang terlibat sehingga efisiensi pengerjaan proyek dapat terjaga. Proses manajemen proyek selalu dimulai dengan kegiatan perencanaan yang didasarkan oleh tujuan akhir, informasi dan data mengenai penggunaan sumber daya yang tepat dalam upaya pencapaian sesuai dengan kebutuhan seperti yang digambarkan pada Gambar 2. 1 (Husen, 2011).



Gambar 2. 1 Proses Manajemen Proyek (Husen, 2011)

Heerkeens (2001) menjelaskan empat tahap dalam proses manajemen proyek. Fase-fase tersebut adalah:

1. Tahap Inisiasi

Tahap ini dimulai ketika kebutuhan atas proyek diidentifikasi. Respon yang tepat dan akurat akan dideskripsikan, mengidentifikasi respon-respon tertentu seperti, apakah kita bisa melakukan proyek ini, haruskah kita melakukan proyek ini, apa yang akan dilakukan dalam proyek ini dan siapa yang akan melakukan proyek ini.

2. Tahap Perencanaan

Tahap ini dimulai dengan perencanaan yang lebih mendetail dibandingkan tahap inisiasi. Proses menginisiasi strategi yang tepat dengan mengidentifikasi kebutuhan pekerjaan dan waktu yang tepat untuk mengeksekusinya. Perkiraan mengenai jumlah waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

3. Tahap Eksekusi

Tahap dimana perencanaan yang detail di tahap sebelumnya dilaksanakan. Tahap ini juga melibatkan pengawasan yang ketat dimana setiap kemajuan dan permasalahan diidentifikasi dalam setiap pelaksanaan tugas. Fokus tim tetap diarahkan terhadap pencapaian tujuan akhir.

4. Tahap *Close-Out*

Tahap ini merupakan tahap verifikasi apakah tujuan akhir yang ditentukan sebelumnya telah memenuhi kebutuhan. Idealnya, tahap ini melibatkan *project creation* dan *project consumer*. Apakah pekerjaan telah memenuhi ekspektasi dari *project consumer*.

2.2.3 Keterlambatan Proyek

Keterlambatan proyek konstruksi sering kali terjadi. Keterlambatan ini pada umumnya menimbulkan akibat yang merugikan bagi kontraktor sebagai pelaksana proyek dan pemilik sebagai *project consumer*. Tidak jarang konflik terjadi antara kontraktor dan pemilik mengenai apa dan siapa yang menyebabkan keterlambatan terjadi, siapa yang bertanggung jawab atas keterlambatan yang terjadi dan siapa yang harus bertanggung jawab atas tambahan waktu serta tambahan biaya yang terjadi sebagai akibat keterlambatan proyek.

Levis (1996) dalam Padaga (2018) membagi penyebab keterlambatan menjadi tiga bagian. Tiga penyebab keterlambatan ini adalah:

1. *Excusable Non Compensable Delays*

Keterlambatan yang terjadi bukan merupakan kesalahan dari kontraktor maupun pemilik (*owner client*). Keterlambatan jenis ini sama sekali tidak bisa diprediksi oleh kontraktor maupun pemilik. Keterlambatan ini terjadi antara lain karena adanya *act of Gods, force majeure* atau cuaca yang tidak memungkinkan untuk dilaksanakannya suatu proyek.

2. *Excusable Compensable Delays*

Keterlambatan yang terjadi karena kesalahan oleh pemilik, oleh karena itu, kontraktor berhak atas perpanjangan waktu dan *claim* atas keterlambatan jenis ini. Penyebab keterlambatan ini biasanya dikarenakan oleh terlambatnya penyerahan lokasi proyek kepada kontraktor,

pembayaran yang terlambat dari pemilik kepada kontraktor, kesalahan pada gambar dan spesifikasi proyek, terlambatnya pendetailan pekerjaan atau kerena terlambatnya persetujuan atas gambar-gambar fabrikasi.

3. *Non-Excusable Delays*

Keterlambatan ini terjadi karena kesalahan kontraktor, oleh karena itu, keterlambatan ini merupakan tanggung jawab dari kontraktor. Pada dasarnya, keterlambatan ini sebenarnya bisa diprediksi dan dihindari oleh kontraktor, dan *owner client* bisa meminta ganti rugi terhadap keterlambatan ini. Biasanya, keterlambatan ini terjadi karena kesalahan kontraktor dalam mengkoordinasikan pekerjaan, bahan serta peralatan, pengelolaan keuangan proyek, keterlambatan memperkerjakan tenaga kerja atau keterlambatan dalam penyerahan gambar kerja.

2.2.4 Network Planning

Menurut Herjanto (2003) dalam Fadllan (2017), *Network Planning* didefinisikan sebagai satu model yang banyak digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya berupa informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam diagram jaringan kerja yang bersangkutan. Dapat disimpulkan bahwa *network planning* merupakan suatu perencanaan dan pengendalian proyek yang menggambarkan hubungan ketergantungan antara tiap pekerjaan yang digambarkan dalam diagram *network*.

Network planning juga memiliki beberapa manfaat menurut Handoko (2000), yakni sebagai berikut.

- a. Perencanaan suatu proyek yang kompleks
- b. *Schedulling* pekerjaan-pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan yang praktis dan efisien
- c. Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang tersedia
- d. *Schedulling* ulang untuk mengatasi hambatan-hambatan dan keterlambatan-keterlambatan
- e. Menentukan *trade-off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya
- f. Menentukan probabilitas penyelesaian suatu proyek

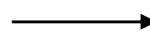
Dalam manajemen proyek, dari segi penyusunan jadwal, *network planning* dipandang sebagai salah satu langkah penyempurnaan metode bagan balok karena dapat memberi jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang belum terpecahkan oleh metode tersebut, seperti (Herjanto, 2003):

- a. Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek
- b. Kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dan hubungannya dengan penyelesaian proyek
- c. Bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruhnya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- d. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen, dengan hubungan ketergantungan yang kompleks
- e. Membuat perkiraan jadwal yang paling ekonomis
- f. Mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya

Menurut Fauzan (2016) dalam Fadllan (2017) untuk dapat membaca dengan baik suatu diagram jaringan kerja, perlu dijelaskan pengertian dasar hubungan antar simbol yang ada. Simbol-simbol tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Anak Panah (*Arrow*) / Kegiatan (*Activity*)

Anak panah menggambarkan kegiatan (*activity*). Arah anak panah menunjukkan arah kegiatan, sehingga dapat diketahui kegiatan yang mendahului ataupun kegiatan yang mengikutinya. Terdapat 3 jenis anak panah:

 : Anak panah biasa menunjukkan kegiatan biasa

 : Anak panah merah menunjukkan kegiatan kritis

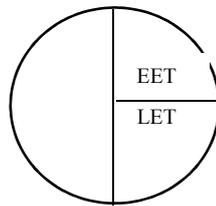
 : Anak panah putus-putus menunjukkan kegiatan *dummy*.

Berfungsi sebagai penghubung, tidak membutuhkan sumber daya maupun waktu penyelesaian.

- b. Lingkaran kecil (*node*)/peristiwa (*event*)

Menyatakan suatu kejadian yang diartikan sebagai pertemuan dari permulaan atau akhir atau beberapa kegiatan (Gambar 2. 2). Umumnya

kejadian / peristiwa ditandai dengan kode angka yang disebut nomor kejadian.



Gambar 2. 2 Lingkaran Peristiwa *Network Planning*

Terdapat beberapa nama yang digunakan untuk pengertian *network planning*, antara lain:

- a. *Network Management Technique* (NMT)
- b. *Program Evaluation and Review Technique* (PERT)
- c. *Chart Method Diagram* (CMD)
- d. *Critical Path Analysis* (CPA)
- e. *Program Evaluation Procedure* (PEP)
- f. *Critical Path Method* (CPM)

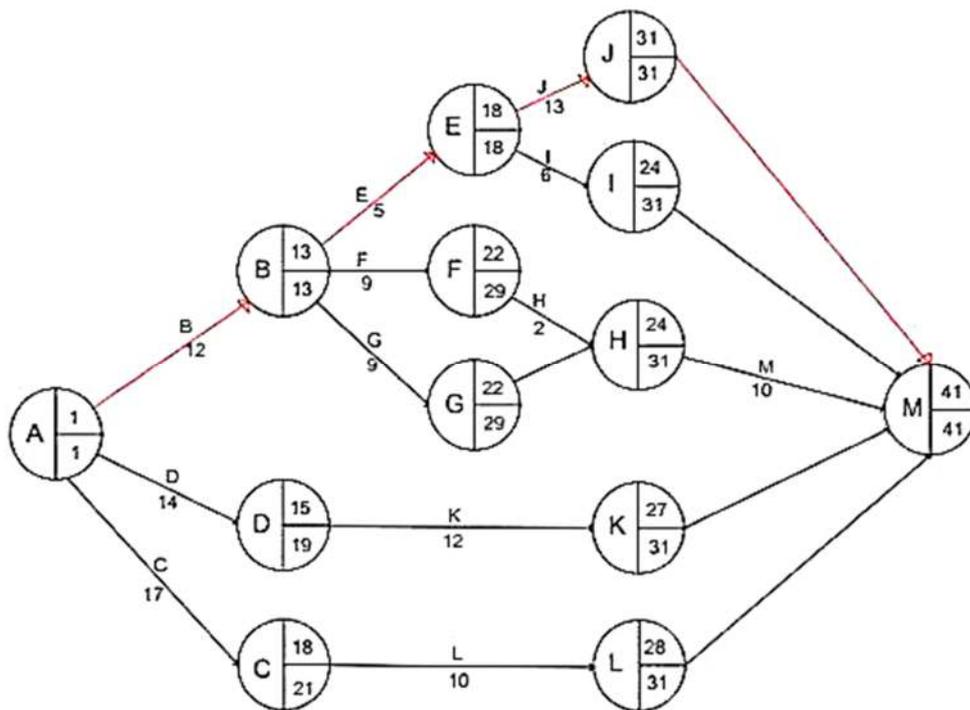
2.2.5 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) adalah teknik yang sering digunakan untuk penjadwalan dan pemantauan proyek. Menurut Padaga (2018) CPM adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan hanya satu faktor waktu per kegiatan dan merupakan jalur tercepat untuk mengerjakan suatu proyek. Setiap proyek yang termasuk pada jalur ini (seperti yang dapat dilihat dilihat pada Gambar 2. 3) tidak diberikan waktu jeda/istirahat untuk pengerjaannya. Dengan asumsi bahwa estimasi waktu tahapan kegiatan proyek dan ketergantungannya secara logis sudah benar. Jalur kritis merupakan jalur yang terdiri dari kegiatan-kegiatan yang bila terlambat akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek.

Menurut Krajewski, Ritzman, & Malhotra (2010) dalam Caesaron & Thio (2015) dengan menggunakan metode perencanaan jaringan dapat membantu para manajer proyek untuk mencapai tujuan proyek seperti memperkirakan waktu penyelesaian proyek dengan mencari jalur kritis, mengidentifikasi awal dan akhir waktu setiap kegiatan untuk mencari jadwal proyek, dan menghitung jumlah waktu

slack untuk setiap kegiatan. Berikut adalah komponen yang terdapat dalam metode jalur kritis:

1. ES (*earliest activity start time*) atau waktu paling awal untuk memulai suatu pekerjaan.
2. EF (*earliest activity finish time*) atau waktu selesai paling awal dari suatu pekerjaan, EF kegiatan terdahulu = ES kegiatan berikutnya
3. LS (*latest activity start time*) atau waktu paling lambat untuk diperbolehkan memulai suatu pekerjaan.
4. LF (*latest activity finish time*) atau waktu paling lambat untuk menyelesaikan suatu kegiatan tanpa memperlambat penyelesaian proyek.
5. T (*activity duration time*) adalah kurun waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan (hari, minggu, bulan).
6. S (*activity slack*) adalah waktu tenggang untuk memulai suatu pekerjaan atau waktu tenggang untuk menyelesaikan pekerjaan. Kegiatan yang memiliki *slack* bernilai nol (0), maka kegiatan tersebut dikategorikan sebagai kegiatan yang memiliki lintasan kritis (berada dalam jalur kritis).

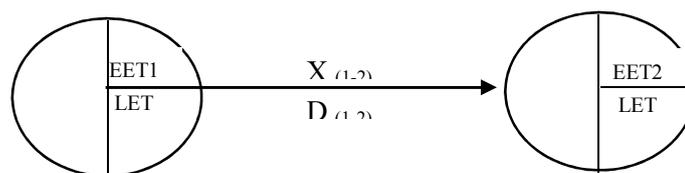


Gambar 2. 3 *Critical Path Method (CPM)*

Untuk menyelesaikan metode jalur kritis, terdapat teknik perhitungan yang telah dijelaskan oleh Arifudin dalam jurnalnya bahwa perhitungan jalur kritis mencakup dua tahap. Tahap pertama disebut perhitungan maju (forward pass), dimana perhitungan dimulai dari node “awal” dan bergerak ke node “akhir”. Disetiap node, sebuah angka dihitung yang mewakili waktu yang tercepat untuk suatu kejadian yang bersangkutan. Tahap kedua yang disebut perhitungan mundur (backward pass), memulai perhitungan dari node “akhir” dan bergerak ke node “awal”. Berikut adalah teknik menghitung metode jalur kritis:

1. Hitungan Maju (*Forward Pass*) dimulai pada titik mulai (*Start*) dan selesai pada titik akhir (*Finish*), dan memiliki komponen ES (waktu tercepat memulai suatu kegiatan) dan EF (waktu tercepat untuk menyelesaikan suatu kegiatan). Dengan menggunakan skema yang digambarkan pada Gambar 2. 4, berikut adalah aturan dalam hitungan maju:

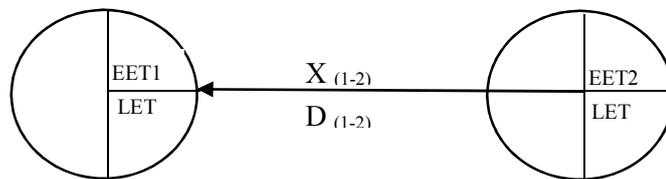
- Kegiatan awal dimulai pada saat kegiatan terdahulu telah selesai
- Waktu selesai paling awal sama dengan waktu mulai paling awal setelah di tambah lamanya kegiatan terdahulu
- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan terdahulu yang bergabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.



Gambar 2. 4 *Forward Pass* (Soeharto, 1999)

2. Hitungan Mundur (*Backward Pass*) dimulai pada titik akhir (*Finish*) menuju titik awal (*Start*) yang berguna mengidentifikasi waktu paling lambat suatu pekerjaan, dan memiliki komponen berupa LF (waktu paling lambat selesainya kegiatan dan LS (waktu paling lambat untuk memulai pekerjaan). Dengan menggunakan skema yang digambarkan pada Gambar 2. 5, berikut adalah aturan dalam menghitung waktu mundur:

- Waktu mulai paling akhir sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi durasi kegiatan tersebut.
- Bila suatu kegiatan terpecah menjadi dua kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang paling terkecil.
- Setelah mendapatkan kedua hitungan diatas, maka akan didapat nilai *Slack* dan *Float* yang merupakan sejumlah kelonggaran waktu pada sebuah jaringan kerja.



Gambar 2. 5 *Backward Pass* (Soeharto, 1999)

2.2.6 *Float*

Float merupakan jangka waktu yang longgar bagi pelaksanaan suatu aktivitas yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan kegiatan agar jadwal pelaksanaan proyek tidak terganggu. Menurut Santosa (2009), *float* dibagi menjadi 3 yaitu *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float*. Dengan menggunakan skema contoh perhitungan yang digambarkan pada Gambar 2. 6 ketiga nilai *float* tersebut dapat ditentukan dengan rumus-rumus dibawah ini:

- Total Float* (TF) adalah jumlah waktu yang tersedia untuk keterlambatan kegiatan tanpa mempengaruhi proyek secara keseluruhan. TF dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$TF = (LET_j - EET_i) - D \quad (2. 1)$$

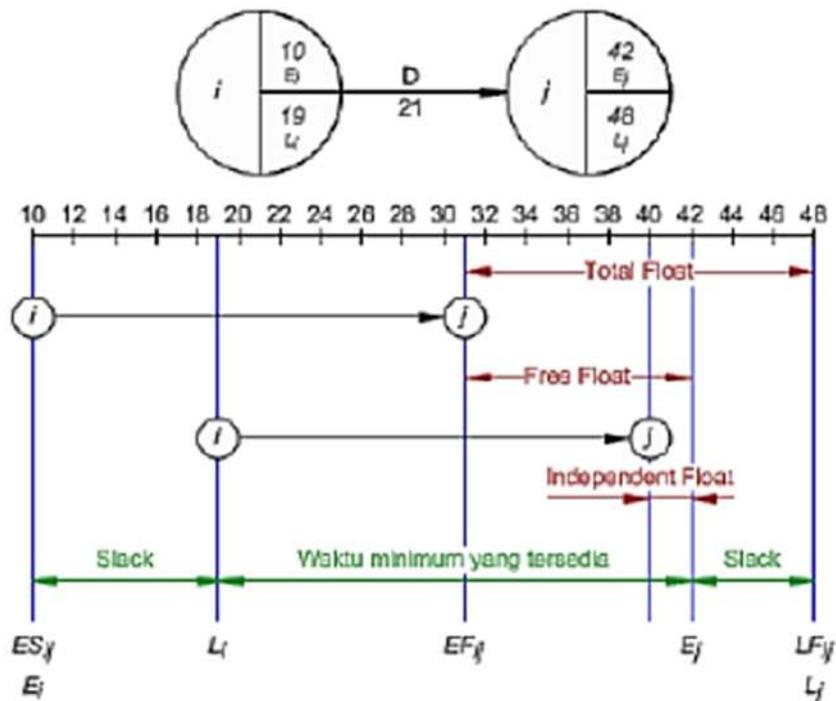
- Free Float* (FF) adalah jumlah waktu yang tersedia untuk keterlambatan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya. FF dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$FF = (EET_j - EET_i) - D \quad (2. 2)$$

- Independent Float* (IF) adalah jangka waktu antara EET peristiwa akhir kegiatan yang bersangkutan dengan selesainya kegiatan yang bersangkutan

bila kegiatan tersebut dimulai pada LET peristiwa awal. IF dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$IF = EET_j - D - LET_i \quad (2.3)$$



Gambar 2. 6 Tenggang Waktu Kegiatan pada CPM (Fadllan, 2017)

2.2.7 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis dan Lintasan Kritis

Berikut adalah pengertian mengenai peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis yang telah dijelaskan dalam Padaga (2018):

1. Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu. Artinya, nilai EET dan LET sama sehingga jika EET dikurangi LET hasilnya sama dengan nol.
2. Kegiatan kritis adalah kegiatan yang sangat sensitif terhadap keterlambatan, sehingga jika sebuah kegiatan kritis terlambat satu hari saja, maka proyek akan mengalami keterlambatan satu hari. Sifat kritis ini disebabkan karena kegiatan tersebut harus dimulai pada satu saat dan harus selesai pada satu saat (tidak ada selesai paling awal dan tidak ada selesai paling lambat).

3. Lintasan Kritis adalah jalur yang memiliki lintasan pelaksanaan paling panjang yang menentukan lamanya penyelesaian jaringan kerja. Lintasan kritis ini terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis dan dummy. Tujuan mengetahui lintasan kritis adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan dan peristiwa yang tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan proyek. Lintasan kritis dapat dihitung melalui lama keterlambatan yang telah terjadi ditambah waktu perbaikan penyebab keterlambatan dimana diperlukan waktu untuk menghilangkan kendala-kendala penyebab keterlambatan.

2.2.8 *Crashing* atau Percepatan

Crashing merupakan proses mereduksi atau mengurangi durasi suatu pekerjaan. Proses tersebut akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek (Simatupang, 2015). *Crashing* adalah suatu proses sistematis dan analitik dilakukan dengan memperkirakan *variable cost* untuk menentukan durasi dan menentukan biaya yang paling rendah dari suatu kegiatan yang berada di jalur kritis. Percepatan dilakukan dengan beberapa tujuan seperti:

- a. Menghindari pembayaran penalti jika terjadi keterlambatan atau menghindari rusaknya hubungan antara perusahaan dengan kontraktor
- b. Memenangkan persaingan yang ada dipasaran
- c. Mengurangi biaya tidak langsung
- d. Menyelesaikan proyek lebih awal agar dapat mengerjakan proyek lain dan lain sebagainya

Proses ini terlihat sederhana, namun dalam pelaksanaannya bisa menjadi sangat kompleks. Ada berbagai cara untuk mereduksi durasi suatu proyek dan banyak kombinasi antara durasi dan biaya juga perlu diperhatikan dalam menganalisis secara detil (Siregar, 2017). Durasi kegiatan dalam suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara seperti:

- Menetapkan sistem *shift*
- Menambah jumlah jam kerja (lembur)

- Menggunakan alat bantu yang lebih produktif
- Menambah jumlah pekerja
- Memfokuskan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai *skill*
- Menggunakan peralatan yang lebih mudah untuk digunakan
- Bekerja sama dengan sub kontraktor

Menurut Chaesaron & Thio (2015) untuk melakukan percepatan proyek terdapat dua komponen penting yang perlu diperhatikan yaitu waktu dan biaya. Kedua komponen tersebut mempunyai ketentuan sebagai berikut:

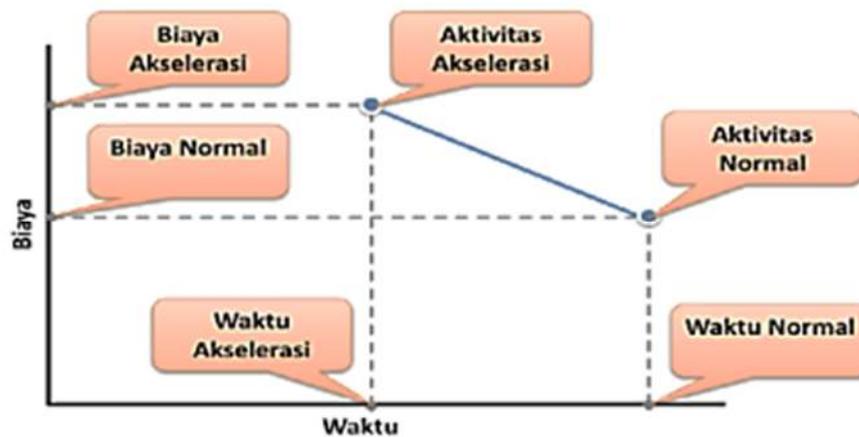
1. Komponen waktu.
 - a. Waktu Normal (*Normal time*), yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan.
 - b. Waktu Akselerasi (*Crash Time*), yaitu waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas. Kedua waktu diatas dihubungkan pada rumus:

$$\text{Total waktu akselerasi} = \text{waktu normal} - \text{waktu akselerasi} \quad (2.4)$$

2. Komponen biaya.
 - a. Biaya Normal (*Normal Cost*), yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi normal.
 - b. Biaya Akselerasi (*Crash Cost*), yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi akselerasi/*crash* (pada kondisi waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas).
 - c. Biaya Akselerasi per Unit Waktu (*Slope*), yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi akselerasi/*Crash* dalam satuan waktu terkecil yang ditentukan dengan rumus:

$$\text{Biaya akselerasi per unit (slope)} = \frac{\text{Total biaya akselerasi}}{\text{Total waktu akselerasi}} \quad (2.5)$$

Komponen biaya dan waktu memiliki hubungan linear yang telah digambarkan pada Gambar 2. 7. Dalam gambar tersebut dapat dilihat bahwa setelah dilakukan percepatan durasi, biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas akselerasi akan lebih tinggi dibanding dengan biaya normalnya.



Gambar 2. 7 Grafik Hubungan Waktu dan Biaya

2.2.9 Time Cost Trade Off

Menurut Fadllan (2017) terdapat beberapa alasan yang dapat menjadi dasar untuk melakukan percepatan durasi waktu dari sebuah proyek. Seperti adanya tekanan persaingan global, pemberian insentif kepada pelaksana proyek jika proyek selesai lebih cepat, dan kemungkinan terjadinya sebab-sebab yang tidak terduga seperti gangguan cuaca, kesalahan perancangan awal, kegagalan konstruksi serta kerusakan mesin dan peralatan dapat menjadi sebab mengapa durasi penyelesaian proyek harus dikurangi.

Namun dalam upaya pengurangan durasi proyek ini terkadang biaya yang muncul mengalami kenaikan dari biaya rencana sebelumnya. Seperti contoh dengan melakukan penambahan jam kerja atau waktu lembur. Dalam proses mempercepat penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan waktu aktivitas, diusahakan agar pertambahan biaya yang ditimbulkan seminimal mungkin. Disamping itu harus diperhatikan pula bahwa penekanannya hanya dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang ada pada lintasan kritis. Apabila penekanan dilakukan pada kegiatan yang tidak berada di lintasan kritis, maka waktu penyelesaian keseluruhan tidak akan berkurang (Soeharto, 1999).

2.2.10 Program Microsoft Project

Microsoft Project adalah salah satu program yang dibuat khusus untuk membantu manajer proyek dalam mengolah rencana-rencana, mengubah sumber data menjadi kumpulan aktifitas atau pekerjaan, memeriksa perkembangan proyek,

mengatur anggaran dan menganalisa beban kerja menggunakan *network planning* yang disusun dalam *network diagram*.

Untuk menyusun *network planning* / *network diagram* pada *Microsoft Project* terdapat 2 hal penting yang harus diperhatikan yaitu pengaturan *working time* dan pengisian kolom yang tertera pada halaman *Gantt chart*. Pada Lampiran A dapat dilihat tampilan *Gantt chart* yang merupakan tampilan utama *Microsoft Project*. Dalam tampilan tersebut terdapat kolom-kolom seperti:

1. *Task name* yang digunakan untuk menginput nama-nama kegiatan yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu proyek
2. *Duration* adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan tersebut
3. *Start* adalah waktu awal kegiatan tersebut akan dimulai
4. *Finish* adalah waktu akhir suatu kegiatan selesai
5. *Predecessors* adalah ketergantungan antara kegiatan satu dengan yang lainnya

Pada bagian kanan tempat pengisian kolom-kolom tersebut terdapat susunan *Gantt chart* yang otomatis tersusun setelah selesai pengisian kolom-kolom yang ada di bagian kiri tersebut. Selain tampilan *Gantt chart*, *Microsoft Project* juga dapat menampilkan *Network Diagram* dari proyek yang telah disusun. *Network diagram* tersebut dapat digunakan untuk menganalisa jalur kritis yang terdapat dalam susunan kegiatan proyek.

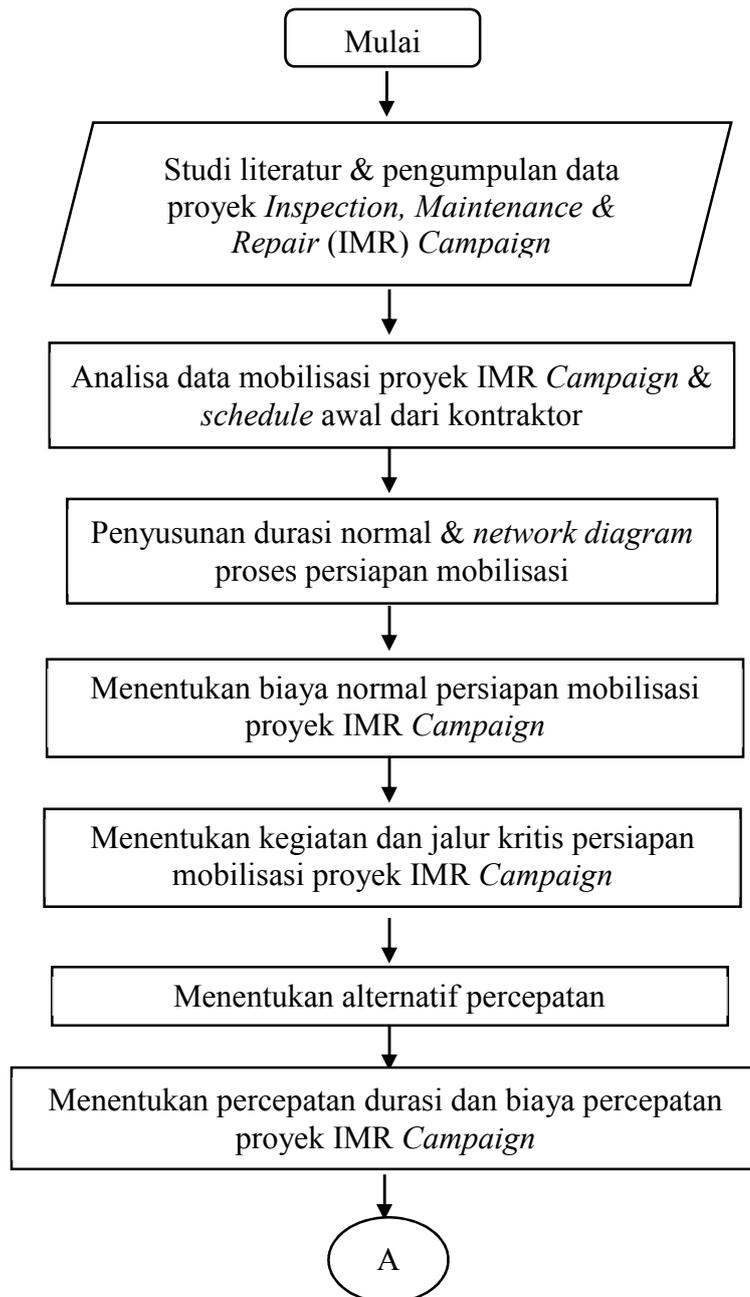
Hal lain yang perlu diperhatikan dalam penyusunan *network planning* suatu proyek dalam *Microsoft Project* adalah menentukan *working time* yang sesuai dengan pelaksanaan proyek tersebut. Pada Lampiran B telah ditunjukkan tampilan pengaturan *working time* yang dapat dilihat pada *tabs Project* dan pada *Change Working Time* yang terdapat pada *command buttons Properties*.

Dalam pengaturan *working time*, dapat diatur *working time* untuk setiap hari dalam seminggu. Seperti contoh proyek akan dilaksanakan tanpa hari libur maka hari minggu yang merupakan *nonworking day* dapat diubah menjadi *working day* dengan mengisi jam kerjanya.

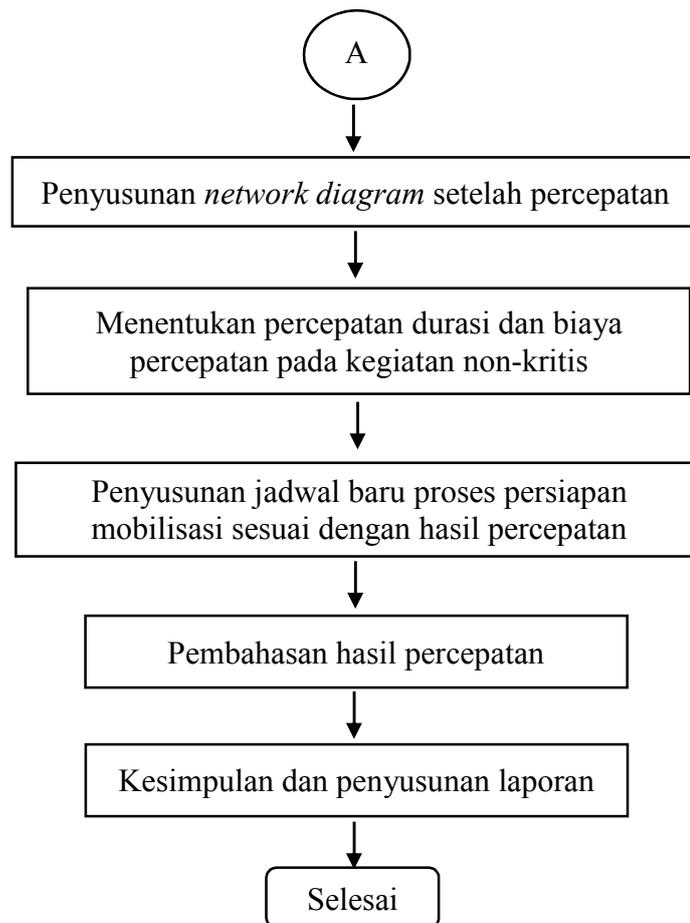
BAB III METODOLOGI PENULISAN

3.1 Diagram Alir (*Flow Chart*)

Metode penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dijelaskan melalui diagram alir atau *flowchart* pada Gambar 3. 1 dan Gambar 3. 2 (lanjutan):



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

3.2 Penjelasan Diagram Alir

Prosedur dan penjelasan beserta langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam penyelesaian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur & pengumpulan data proyek *Inspection, Maintenance & Repair (IMR) Campaign*

Studi literatur dilakukan untuk membantu peneliti menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Studi literatur juga akan membantu peneliti untuk mengembangkan wawasan dan analisa terkait permasalahan penelitian. Studi literatur yang diperlukan antara lain:

- Studi mengenai *Inspection, Maintenance & Repair (IMR)*
- Studi mengenai manajemen proyek

- Studi mengenai *network diagram, critical path method & time cost-trade off method*

Pengumpulan data proyek IMR *Campaign* juga dilakukan untuk selanjutnya diolah menjadi bahan analisa. Adapun data yang diperlukan adalah Laporan harian, *project plan*, data DSV, hingga *final report* proyek IMR *Campaign*. Selain itu, peneliti juga melakukan wawancara terhadap beberapa pekerja yang terlibat langsung di proyek ini.

2. Analisis data persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign & schedule* awal dari kontraktor

Dari data yang sudah diperoleh, akan dilakukan analisa serta pengelompokkan data yang terkait dengan mobilisasi proyek. Dengan mengidentifikasi aktivitas/kegiatan yang dilakukan pada saat proses persiapan mobilisasi akan didapatkan susunan aktivitas/kegiatan persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*.

3. Penyusunan durasi normal & *network diagram* proses persiapan mobilisasi

Aktivitas/kegiatan yang sudah disusun berdasarkan urutan pengerjaan, durasi hingga ketergantungannya dengan aktivitas/kegiatan lain selanjutnya akan diinput kedalam *software Microsoft Project* untuk penyusunan *network diagram* proses persiapan mobilisasi. Dari *network diagram* akan didapatkan *normal duration* dari proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*.

4. Menentukan *normal cost* persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*

Normal cost ditentukan berdasarkan data yang telah didapat pada saat pengumpulan data. *Normal cost* yang didapat berupa nilai total yang diperlukan untuk menyelesaikan proses persiapan mobilisasi.

5. Menentukan kegiatan dan jalur kritis persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*

Kegiatan kritis dapat ditentukan untuk menentukan jalur kritis yang terdapat pada proses persiapan mobilisasi IMR *Campaign*. Jalur kritis yang telah diketahui nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan percepatan pada proses tersebut.

6. Menentukan alternatif percepatan

Setelah dilakukan beberapa langkah pengolahan data hingga menentukan *normal duration* dan *normal cost* proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*, langkah selanjutnya adalah menentukan rencana *crashing* atau skenario percepatan yang akan dilakukan untuk mendapatkan hasil percepatan terhadap waktu dan biaya seoptimum mungkin.

7. Menentukan percepatan durasi dan biaya percepatan proyek IMR *Campaign*

Dari alternatif percepatan yang sudah dipilih, selanjutnya akan dilakukan penyusunan *crashing duration & crashing cost* dari setiap kegiatan kritis yang terdapat dalam jalur kritis.

8. Penyusunan *network diagram* setelah percepatan

Setelah dilakukan percepatan maka akan disusun kembali *network diagram* baru hasil percepatan dengan menginput durasi baru pada kegiatan-kegiatan yang dipercepat.

9. Menentukan percepatan durasi dan biaya percepatan kegiatan non-kritis

Percepatan durasi dan biaya percepatan kegiatan non kritis perlu ditentukan untuk menjadi dasar penjadwalan baru proses persiapan mobilisasi.

10. Penyusunan jadwal baru proses persiapan mobilisasi sesuai dengan hasil percepatan

Setelah didapatkan durasi baru untuk setiap kegiatan proses persiapan mobilisasi, hal selanjutnya yang akan dilakukan adalah menyusun penjadwalan baru sesuai dengan durasi percepatan yang didapatkan.

11. Pembahasan hasil percepatan

Hasil percepatan durasi beserta biaya yang dibutuhkan selanjutnya akan dibandingkan dengan durasi normal dan biaya normal sebelum dilakukan percepatan.

12. Kesimpulan dan penyusunan laporan

Tahap ini merupakan tahap penarikan kesimpulan berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian serta penyusunan laporan tugas akhir dari hasil penelitian.

BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data Proyek IMR Campaign

Dalam penulisan tugas akhir ini studi kasus yang akan diteliti adalah proyek *Inspection, Maintenance and Repair (IMR) Campaign* yang telah dilakukan oleh PT ABCD sebagai kontraktor kontrak kerja sama yang selanjutnya disebut Kontraktor dan PT EFGH sebagai perusahaan yang menginisiasi proyek tersebut yang selanjutnya disebut dengan *Owner*. Berdasar *Project Close Out Report* proyek tersebut, beberapa lingkup pekerjaan yang telah terselesaikan dapat dilihat dalam Tabel 4. 1.

Tabel 4. 1 Aktivitas Utama Proyek IMR Campaign
(*Project Close Out Report Underwater IMR Campaign, 2016*)

| No. | Lingkup Pekerjaan |
|-----|---|
| 1 | <i>Engineering & Procedure</i> |
| 2 | <i>Preparation & Mobilization</i> |
| 3 | <i>Under Water Platform Inspection</i> |
| 4 | <i>SBM & PLEM Inspection</i> |
| 5 | <i>Anode SLED Installation</i> |
| 6 | <i>Plpeline Inspection</i> |
| 7 | <i>Onshore Resupply for Diving Support Vessel</i> |
| 8 | <i>Under Water Survey Leg of Jack Up Rig Taurus</i> |
| 9 | <i>Anode Pod Deployment and Installation (Clamping)</i> |
| 10 | <i>Demobilization</i> |

Proyek IMR Campaign sendiri dimulai pada tanggal 9 Mei 2016 dan berakhir pada tanggal 29 Juni 2016. Proyek tersebut berlangsung selama 49 hari. Dari data-data yang telah dikumpulkan oleh peneliti dapat disusun *Work Breakdown Structure (WBS)* yang dapat dilihat pada Lampiran C. WBS tersebut berisi rincian keseluruhan pekerjaan proyek IMR Campaign mulai dari tahap *engineering & preparation, mobilization, offshore work* hingga tahap *demobilization*.

Tugas akhir ini hanya berfokus pada tahap *mobilization* proyek IMR *Campaign*. Seperti yang telah disebutkan dalam WBS proyek IMR *Campaign*, seluruh *crew* yang terlibat dalam proyek dan peralatan pekerjaan akan dimobilisasikan menuju *site* menggunakan *Diving Support Vessel* (DSV) dari Pelabuhan Mirah Surabaya. DSV yang digunakan untuk proses mobilisasi IMR *Campaign* yaitu XYZ DSV seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. 1 dengan spesifikasi yang telah disebutkan dalam Tabel 4. 2.



Gambar 4. 1 XYZ DSV (*Final Report IMR Campaign, 2016*)

Pada *Project Execution Plan* (PEP) proyek IMR *Campaign* seluruh proses persiapan & mobilisasi yang telah disebutkan dalam WBS direncanakan akan selesai dengan durasi selama 3 hari tetapi pada saat realisasi terjadi keterlambatan hingga memerlukan waktu 10 hari untuk menyelesaikannya.

Tabel 4. 2 Data Kapal XYZ DSV (*Final Report IMR Campaign, 2016*)

| | |
|-----------------------|--------------|
| <i>Length Overall</i> | 78 m |
| <i>Breadth Molded</i> | 17 m |
| <i>Depth Molded</i> | 8 m |
| <i>Loaded Draft</i> | 6.25 m |
| GRT/NRT | 3245 / 974 T |
| <i>Classification</i> | BKI & NK |
| <i>Accommodation</i> | 50 Persons |

4.2 Analisa Data Mobilisasi IMR Campaign & Schedule Awal dari Kontraktor

Dari hasil analisa *daily progress report* proyek IMR Campaign didapatkan data aktivitas-aktivitas utama proses persiapan mobilisasi beserta durasi penyelesaian setiap aktivitas sesuai dengan *schedule* awal yang disusun oleh kontraktor. Data tersebut selanjutnya dikategorikan sesuai dengan urutan proses pelaksanaan, ketergantungan satu sama lain dan durasi yang dibutuhkan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4. 3.

Tabel 4. 3 Aktivitas Utama, Ketergantungan & Durasi Proses Persiapan Mobilisasi Proyek IMR Campaign

| Aktivitas | Notasi | Ketergantungan | Durasi (Hari) |
|---|--------|----------------|---------------|
| Mobilisasi peralatan dari <i>warehouse</i> menuju <i>jetty</i> | 1 | - | 1 |
| <i>Loading, positioning & seafastening</i> peralatan <i>diving, ROV & survey spread</i> dari <i>jetty</i> ke atas DSV | 2 | 1 | 4 |
| Mobilisasi <i>project crew</i> menuju DSV | 3 | 1 | 2 |
| <i>Loading</i> bahan makanan & <i>inconsumable</i> | 4 | 1 | 3 |
| Instalasi <i>diving & ROV spread</i> | 5 | 2 | 4 |
| Instalasi <i>survey equipment</i> | 6 | 2 | 4 |
| Instalasi internet | 7 | 2 | 2 |
| Menyelesaikan temuan <i>pre-job activity</i> | 8 | 3,4 | 3 |
| Mobilisasi menuju <i>site</i> | 9 | 5,6,7,8 | 1 |

Dalam *daily progress report* proyek IMR Campaign disebutkan waktu awal pelaksanaan persiapan mobilisasi adalah 9 Mei 2016 dan selesai pada 18 Mei 2016.

4.3 Penyusunan Durasi Normal & Network Diagram Proses Persiapan Mobilisasi

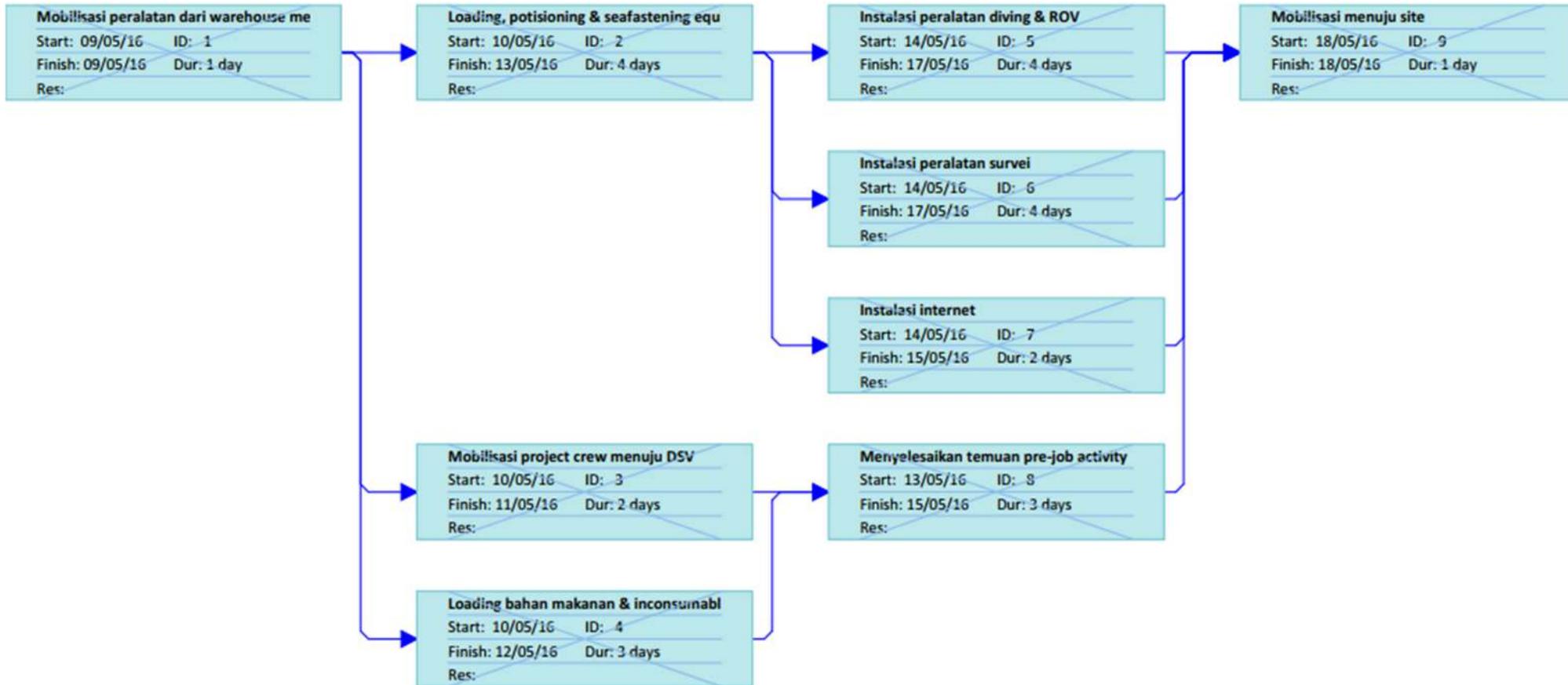
Network diagram disusun menggunakan *software Microsoft Project* dengan menginput data-data hasil identifikasi yang sudah disusun dalam Tabel 4. 3 termasuk *working time* pelaksanaan persiapan mobilisasi proyek IMR Campaign. Pengaturan *working time Microsoft Project* diatur sesuai dengan *working time* di lapangan.

Para pekerja bekerja selama 7 jam kerja dalam sehari dan 40 jam per minggu yang dimulai pada pukul 08.00-16.00 untuk hari senin sampai dengan hari jum'at dan pukul 08.00-14.00 untuk hari sabtu. Untuk hari minggu para pekerja ini persiapan mobilisasi tetap melakukan pekerjaan dan dibayar sesuai dengan upah lemburnya. Dalam Tabel 4. 4 dapat dilihat hasil dari input penjadwalan *normal duration* persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*.

Tabel 4. 4 *Normal Duration* Persiapan Mobilisasi

| Task Name | Start | Finish | Duration | Predecessors |
|--|--------------|--------------|----------|--------------|
| Mobilisasi peralatan dari warehouse menuju jetty | Mon 09/05/16 | Mon 09/05/16 | 1 day | - |
| Loading, potisioning & seafastening equipment di atas deck DSV | Tue 10/05/16 | Fri 13/05/16 | 4 days | 1 |
| Mobilisasi project crew menuju DSV | Tue 10/05/16 | Wed 11/05/16 | 2 days | 1 |
| Loading bahan makanan & inconsumables | Tue 10/05/16 | Thu 12/05/16 | 3 days | 1 |
| Instalasi peralatan diving & ROV | Sat 14/05/16 | Tue 17/05/16 | 4 days | 2 |
| Instalasi peralatan survei | Sat 14/05/16 | Tue 17/05/16 | 4 days | 2 |
| Instalasi internet | Sat 14/05/16 | Sun 15/05/16 | 2 days | 2 |
| Menyelesaikan temuan pre job activity | Wed 13/05/16 | Tue 15/05/16 | 3 days | 3;4 |
| Mobilisasi menuju site | Wed 18/05/16 | Wed 18/05/16 | 1 day | 5;6;7;8 |

Dari tabel *normal duration* diatas didapatkan hasil *network diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 4. 2. Dalam *network diagram* tersebut telah tersusun kegiatan-kegiatan proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* sesuai dengan durasi pelaksanaan dan ketergantungan kegiatan satu dengan yang lainnya.



Gambar 4. 2 *Network Diagram* Proses Persiapan Mobilisasi Proyek IMR Campaign

4.4 Menentukan Biaya Normal Persiapan Mobilisasi Proyek IMR Campaign

Persiapan mobilisasi proyek IMR Campaign membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.348.162.500,-. Biaya tersebut disebut adalah penjumlahan dari *normal cost* dengan biaya tak langsung. Menurut Soeharto (1997) dalam Jaya (2017) biaya tak langsung adalah biaya yang digunakan untuk administrasi lapangan, biaya pengawasan dan lain-lain. Besar biaya tak langsung adalah 5% dari *normal cost*-nya.

Normal cost terdiri dari penjumlahan biaya tenaga kerja dan biaya langsung atau *fixed cost*. Biaya tenaga kerja pada *normal cost* dibagi menjadi 2 yaitu tenaga kerja inti proyek IMR Campaign dan tenaga kerja inti persiapan mobilisasi proyek tersebut. Dapat dilihat dalam Tabel 4. 5 perhitungan *normal cost* yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses persiapan mobilisasi. Untuk penjabaran biaya normal setiap kegiatan beserta *manhours* yang dibutuhkan, dapat dilihat pada Lampiran D.

Tabel 4. 5 *Normal Cost* Persiapan Mobilisasi

| No. | Jenis Biaya | Rata-Rata Biaya per Hari (I) | Durasi (Hari) (II) | Biaya Selama Mobilisasi (I x II) | Keterangan |
|-----|--|------------------------------|--------------------|----------------------------------|--|
| 1. | Sewa XYZ DSV | Rp27.500.000 | 10 | Rp275.000.000 | Termasuk <i>manpower</i> |
| 2. | Sewa jetty | Rp4.800.000 | 5 | Rp24.000.000 | Sandar (8 jam per hari) |
| 3. | Bahan bakar DSV | Rp8.800.000 | 10 | Rp88.000.000 | ± 2.200 liter/hari |
| 4. | Sewa kapal nelayan | Rp500.000 | 5 | Rp2.500.000 | Mobilisasi peralatan selama DSV berada di <i>Anchorage</i> |
| 5. | Konsumsi | Rp4.550.000 | 10 | Rp45.500.000 | @70.000 untuk 65 orang |
| 6. | Biaya sub-kontraktor (idle) | Rp6.250.000 | 10 | Rp62.500.000 | Marine surveyor & peralatan |
| 7. | Upah pekerja inti proyek IMR Campaign (idle) | Rp75.792.500 | 10 | Rp757.925.000 | Status idle untuk pekerja inti proyek & dihitung sejak <i>on board</i> |
| 8. | Upah pekerja inti saat mobilisasi | Rp6.980.556 | 9 | Rp62.825.000 | Status normal untuk pekerja inti persiapan mobilisasi |
| | | Total | | Rp1.318.250.000 | |

Dari *normal cost*, besar biaya tenaga kerja yang dikeluarkan untuk menyelesaikan proses mobilisasi adalah sebesar Rp. 820.750.000,-. Biaya tersebut adalah hasil penjumlahan dari total upah pekerja inti proyek IMR Campaign dengan total upah pekerja inti saat persiapan mobilisasi.

Dapat dilihat pada Tabel 4. 6 dan Tabel 4. 7 rincian *daily rate* berdasarkan jenis pekerja inti proyek maupun pekerja inti saat persiapan mobilisasi proyek IMR

Campaign. Untuk *daily rate* pekerja inti proyek IMR *Campaign* dibayar setengah dari upah normal karena selama masa mobilisasi status pekerja adalah *idle*. *Daily rate* dihitung berdasar tanggal pekerja mulai bergabung di atas DSV. Sedangkan untuk *daily rate* pekerja inti persiapan mobilisasi tetap dibayar dengan upah normalnya.

Tabel 4. 6 Upah Pekerja Inti Proyek IMR *Campaign* dalam Kondisi Normal

| No. | Jenis Pekerja | Qty | Upah per Jam | Upah per Jam Selama Mobilisasi | Lama Bekerja | Daily Rate (Mobilisasi) |
|-----|--------------------|-----|--------------|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| 1. | OCM | 1 | Rp1.100.000 | Rp550.000 | 7 Jam/Hari | Rp3.850.000 |
| 2. | Report Coordinator | 1 | Rp750.000 | Rp375.000 | | Rp2.625.000 |
| 3. | Project Engineer | 1 | Rp450.000 | Rp225.000 | | Rp1.575.000 |
| 4. | Project Controller | 1 | Rp325.000 | Rp162.500 | | Rp1.137.500 |
| 5. | Diving Spv | 2 | Rp800.000 | Rp400.000 | | Rp2.800.000 |
| 6. | HSE | 2 | Rp560.000 | Rp280.000 | | Rp1.960.000 |
| 7. | DMT Diver | 2 | Rp600.000 | Rp300.000 | | Rp2.100.000 |
| 8. | Paramedic | 1 | Rp500.000 | Rp250.000 | | Rp1.750.000 |
| 9. | Technician | 2 | Rp385.000 | Rp192.500 | | Rp1.347.500 |
| 10. | Mixed Gas Diver | 6 | Rp765.000 | Rp382.500 | | Rp2.677.500 |
| 11. | Air Diver | 6 | Rp685.000 | Rp342.500 | | Rp2.397.500 |
| 12. | ROV Pilot Spv | 2 | Rp645.000 | Rp322.500 | | Rp2.257.500 |
| 13. | ROV Pilot | 2 | Rp450.000 | Rp225.000 | | Rp1.575.000 |
| 14. | Marine Surveyor | 4 | Rp250.000 | Rp125.000 | | Rp875.000 |
| 15. | CSWIP 3.4u | 2 | Rp950.000 | Rp475.000 | | Rp3.325.000 |
| 16. | Surveyor | 1 | Rp230.000 | Rp115.000 | | Rp805.000 |
| 17. | Processor | 1 | Rp230.000 | Rp115.000 | | Rp805.000 |

Tabel 4. 7 Upah Pekerja Inti Persiapan Mobilisasi dalam Kondisi Normal

| No. | Jenis Pekerja | Qty | Upah per Jam | Upah per Jam Selama Mobilisasi | Lama Bekerja | Daily Rate (Mobilisasi) |
|-----|---------------|-----|--------------|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| 1. | Welder | 4 | Rp180.000 | Rp180.000 | 7 Jam/Hari | Rp1.260.000 |
| 2. | Helper | 6 | Rp115.000 | Rp115.000 | | Rp805.000 |

4.5 Menentukan Kegiatan Kritis

Dari *network diagram* yang sudah disusun, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Earliest Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET) dari masing-masing kegiatan. Nilai EET dan LET yang telah ditentukan selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung nilai *Total Float* (TF) dan *Free Float* (FF) untuk penentuan kegiatan kritis dari kegiatan-kegiatan yang ada.

4.5.1 Menentukan *Earliest Event Time* (EET) dan *Latest Event Time* (LET)

Earliest Event Time (EET) adalah waktu paling awal suatu peristiwa dapat terjadi. Dengan menggunakan skema yang terdapat pada Gambar 2. 4 nilai EET dapat dihitung dengan melakukan perhitungan maju (*forward pass*) dengan menggunakan rumus:

$$EET_j = EET_i + D_{i-j} \quad (2. 6)$$

Kegiatan 1 menandai dimulainya proyek. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa EET_1 adalah 1. Dengan menggunakan Persamaan 2. 6 maka EET_2 hingga EET_9 dapat ditentukan berdasarkan ketergantungannya terhadap masing-masing kegiatan yang telah disebutkan pada Tabel 4. 4.

Dibawah ini adalah contoh perhitungan EET_2 menggunakan Persamaan 2. 6. Perhitungan menggunakan rumus tersebut dilakukan hingga mendapatkan nilai EET_9 .

$$EET_2 = EET_1 + D_{1-2}$$

$$EET_2 = 1 + 4 = 5$$

Hasil perhitungan EET_1 hingga EET_9 dapat dilihat pada Tabel 4. 8.

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan EET & LET

| No. | Kegiatan | Ketergantungan | Durasi | EET | LET |
|-----|--|----------------|--------|-----|-----|
| 1. | Mobilisasi peralatan dari warehouse menuju jetty | - | 1 | 1 | 1 |
| 2. | Loading, positioning & seafastening peralatan diving, ROV & survey spread dari jetty ke atas DSV | 1 | 4 | 5 | 5 |
| 3. | Mobilisasi project crew menuju DSV | 1 | 2 | 3 | 6 |
| 4. | Loading bahan makanan & inconsumable | 1 | 3 | 4 | 6 |
| 5. | Instalasi diving & ROV spread | 2 | 4 | 9 | 9 |
| 6. | Instalasi survey equipment | 2 | 4 | 9 | 9 |
| 7. | Instalasi internet | 2 | 2 | 7 | 9 |
| 8. | Menyelesaikan temuan pre-job activity | 3,4 | 3 | 7 | 9 |
| 9. | Mobilisasi menuju site | 5,6,7,8 | 1 | 10 | 10 |

Selanjutnya menentukan nilai *Latest Event Time* (LET) untuk setiap kegiatan pada proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*. LET adalah waktu paling akhir suatu peristiwa boleh terjadi. Dengan menggunakan skema yang sama seperti EET, nilai LET dapat dihitung dengan melakukan perhitungan mundur (*backward pass*) dengan menggunakan rumus:

$$LET_j = LET_i - D_{i-j} \quad (2.7)$$

Sesuai dengan pengertian LET dan menggunakan metode perhitungan mundur maka dapat ditentukan nilai LET₉ yaitu 10. Nilai tersebut didapat dari kurun waktu penyelesaian proses mobilisasi proyek IMR *Campaign* yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Dapat dilihat pada perhitungan dibawah adalah perhitungan LET₈ yang dihitung menggunakan Persamaan 2.7.

$$LET_8 = LET_9 - D_{8-9}$$

$$LET_8 = 10 - 1 = 9$$

Perhitungan tersebut juga dilakukan hingga mendapatkan nilai LET₁. Hasil perhitungan LET₁ hingga LET₉ dapat dilihat pada Tabel 4. 8.

4.5.2 Menentukan *Total Float* (TF) & *Free Float* (FF)

Dari EET & LET yang telah diketahui nilainya, selanjutnya dapat dihitung nilai *float* dari masing-masing kegiatan untuk mendapatkan kegiatan kritis dari kegiatan-kegiatan yang ada. Jenis *float* yang dibutuhkan adalah *total float* dan *free float*.

Total float adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. *Total float* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$TF_i = LET_j - EET_i - D \quad (2.8)$$

Maka:

$$TF_1 = LET_2 - EET_1 - D$$

$$TF_1 = 5 - 1 - 4 = 0$$

Seperti pada perhitungan EET, perhitungan TF juga dilakukan hingga didapatkan nilai TF₉ menggunakan rumus yang sama.

Sedangkan untuk menghitung *free float* dapat menggunakan rumus:

$$FF_i = EET_j - EET_i - D$$

Free float adalah jumlah waktu yang tersedia untuk keterlambatan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya. Dari rumus diatas dapat diketahui nilai masing-masing *free float* dari setiap kegiatan. Seperti pada contoh perhitungan dibawah ini:

$$FF_1 = EET_2 - EET_1 - D$$

$$FF_1 = 5 - 1 - 4 = 0$$

Perhitungan tersebut dapat dilakukan hingga mendapatkan nilai FF₉.

Dapat dilihat pada Tabel 4. 9 terdapat nilai dari seluruh *total float & free float* dari masing-masing kegiatan. Beberapa kegiatan mempunyai nilai *total float* dan *free float*-nya sama dengan nol. Artinya kegiatan tersebut termasuk kegiatan kritis. Dalam Tabel 4. 10 telah dikelompokkan kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam kegiatan kritis.

Tabel 4. 9 *Slack* pada Kegiatan Proses Persiapan Mobilisasi

| Task Name | Duration | Start | Finish | Total Slack | Free Slack |
|---|----------|-----------------|-----------------|-------------|------------|
| Mobilisasi peralatan dari warehouse menuju jetty | 1 day | Mon 09/05/16 | Mon 09/05/16 | 0 days | 0 days |
| Loading, positioning & seafastening peralatan diving, ROV & | 4 days | Tue 10/05/16 | Fri 13/05/16 | 0 days | 0 days |
| Mobilisasi project crew menuju DSV | 2 days | Tue 10/05/16 | Wed 11/05/16 | 3 days | 1 day |
| Loading bahan makanan & inconsumable | 3 days | Tue 10/05/16 | Thu 12/05/16 | 2 days | 0 days |
| Instalasi diving & ROV spread | 4 days | Sat 14/05/16 | Tue 17/05/16 | 0 days | 0 days |
| Instalasi survey equipment | 4 days | Sat 14/05/16 | Tue 17/05/16 | 0 days | 0 days |
| Instalasi internet | 2 days | Sat 14/05/16 | Sun 15/05/16 | 2 days | 2 days |
| Menyelesaikan temuan pre-job activity | 3 days | Fri 13/05/16 | Sun 15/05/16 | 2 days | 2 days |
| Mobilisasi menuju site | 1 day | Wed 18/05/16 | Wed 18/05/16 | 0 days | 0 days |

4.6 Menentukan Jalur Kritis

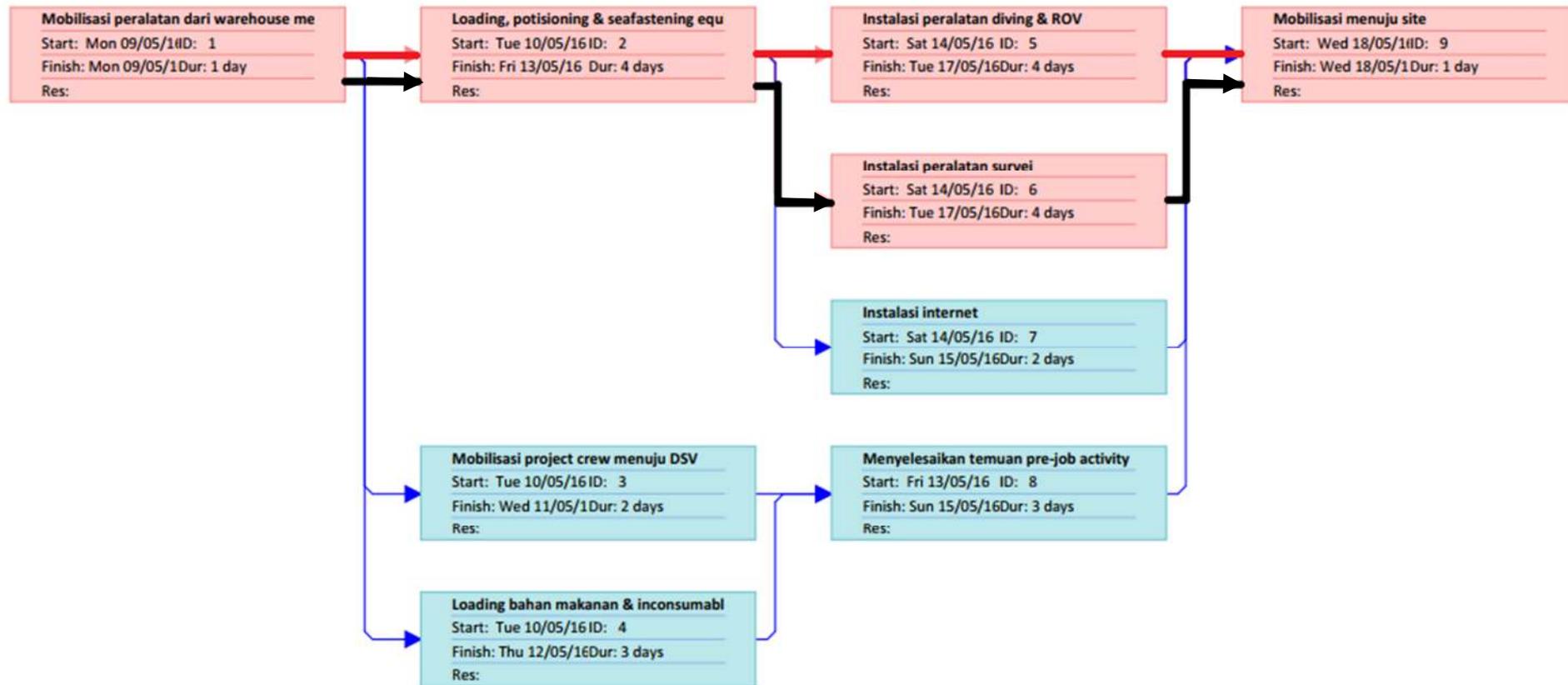
Setelah menentukan nilai *float* dari masing-masing kegiatan proses persiapan mobilisasi, selanjutnya akan disusun *network diagram* untuk menentukan jalur kritis dari keseluruhan proses tersebut. Jalur kritis diindikasikan dengan adanya kegiatan-kegiatan kritis yang tersusun dan berada dalam satu jalur yang sama. Jalur yang dilewati oleh kegiatan-kegiatan kritis tersebut disebut dengan jalur kritis.

Dalam Gambar 4. 3 dapat dilihat hasil *output software Microsoft Project* yang berupa *network diagram*. Didalam *network diagram* tersebut terdapat seluruh kegiatan proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* yang telah tersusun rapi berdasarkan durasi serta ketergantungannya terhadap kegiatan lain. Kegiatan-kegiatan dalam *network diagram* diindikasikan dengan dua warna berbeda yaitu warna merah untuk kegiatan kritis dan warna biru untuk kegiatan normal.

Tabel 4. 10 Kegiatan Kritis Proses Persiapan Mobilisasi

| No. | Task Name |
|-----|--|
| 1. | Mobilisasi peralatan dari <i>warehouse</i> menuju <i>jetty</i> |
| 2. | Loading, potisioning & seafastening equipment di atas deck DSV |
| 5. | Instalasi peralatan <i>diving & ROV</i> |
| 6. | Instalasi peralatan survey |
| 9. | Mobilisasi menuju <i>site</i> |

Dalam *network diagram* juga terdapat jalur-jalur penghubung kegiatan satu dengan yang lainnya. Jalur-jalur tersebut juga diindikasikan dengan dua warna berbeda yaitu warna merah untuk jalur kritis dan warna biru untuk jalur normal. Dapat dilihat dalam *network diagram* proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* terdapat dua jalur kritis yang terdeteksi. Jalur kritis pertama melewati kegiatan kritis 1, 2, 5 & 9 (ditandai dengan warna merah) dan jalur kritis yang kedua melalui kegiatan kritis 1, 2, 6 & 9 (ditandai dengan warna hitam).



Gambar 4. 3 Jalur Kritis Proses Persiapan Mobilisasi

4.7 Menentukan Alternatif Percepatan

Alternatif *crashing* yang akan digunakan dalam percepatan proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* ini adalah dengan menambah jumlah pekerja yang terlibat dan menambah jam kerja atau penerapan kerja lembur. Jenis pekerjaan dari tenaga kerja yang akan ditambah adalah *welder, technician & helper*. Sedangkan untuk jam lembur akan ditambah 2 jam perharinya.

Penambahan ketiga jenis pekerja tersebut guna untuk memfokuskan para pekerja untuk menyelesaikan proses persiapan mobilisasi tepat pada jadwal percepatannya. Selain itu, penambahan jam kerja juga diterapkan guna untuk mendukung proses tersebut.

4.8 Menentukan Percepatan Durasi dan Biaya Percepatan Pada Jalur Kritis

Setelah ditentukan durasi normal, biaya normal, jalur kritis dari proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* hingga menentukan alternatif percepatannya, hal selanjutnya yang akan dilakukan adalah menentukan *crashing duration* atau percepatan durasi & *crashing cost* atau biaya percepatan pada setiap jalur kritis yang diketahui.

Percepatan durasi dilakukan dengan menentukan banyaknya jam orang atau *manhours* yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap kegiatan kritis yang melewati jalur kritis 1. Penentuan jam orang dilakukan dengan mengalikan jumlah pekerja yang terlibat dalam setiap kegiatan dengan durasi dan lama kerja perharinya yaitu selama 7 jam perhari. Dalam Lampiran E dapat dilihat hasil dari perhitungan jam orang pada jalur kritis 1. Langkah selanjutnya untuk menentukan percepatan durasi akan dijelaskan pada sub-sub bab berikutnya.

Tabel 4. 11 Biaya Langsung Persiapan Mobilisasi

| No. | Jenis Biaya | Biaya per Hari |
|-----|-----------------------------|----------------|
| 1. | Sewa DSV | Rp27.500.000 |
| 2. | Sewa jetty | Rp4.800.000 |
| 3. | Bahan bakar | Rp8.800.000 |
| 4. | Konsumsi | Rp4.550.000 |
| 5. | Sewa perahu nelayan | Rp500.000 |
| 6. | Biaya sub-kontraktor (idle) | Rp6.250.000 |

Setelah menentukan percepatan durasi menggunakan alternatif percepatan yang telah ditentukan sebelumnya maka hal selanjutnya yang akan dilakukan adalah menentukan biaya percepatan atau *crashing cost*. Biaya percepatan adalah biaya yang dikeluarkan untuk melakukan percepatan pada jalur kritis. Biaya percepatan yang dimaksud disini meliputi *normal cost*, biaya penambahan pekerja dan biaya lembur untuk pekerja.

Untuk perhitungan biaya percepatan, *normal cost* yang sudah ditentukan akan dijabarkan menjadi biaya langsung dan biaya upah pekerja. Biaya langsung adalah biaya yang dikeluarkan setiap harinya atau *fixed cost* (dapat dilihat pada Tabel 4. 11) dan biaya upah pekerja dapat bertambah seiring dengan bertambahnya jam kerja dan bertambahnya jumlah pekerja sesuai dengan kebutuhan percepatan. Perincian biaya upah pekerja inti proyek IMR *Campaign* dan upah pekerja inti persiapan mobilisasi dapat dilihat pada Tabel 4. 7 dan Tabel 4. 8. Langkah selanjutnya akan dijelaskan pada sub-sub bab berikutnya.

4.8.1 Menentukan Durasi Percepatan pada Jalur Kritis 1

Pada Gambar 4. 3 dapat dilihat kegiatan-kegiatan yang melewati jalur kritis 1 beserta durasi normal, jenis dan jumlah pekerja yang terlibat hingga jam orang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan kritis pada jalur kritis tersebut.

Dari durasi normal, akan ditentukan durasi percepatan pada jalur kritis 1. Durasi percepatan ditentukan dari alternatif *crashing* yang telah ditentukan yaitu dengan menambah jumlah pekerja dan menambah jam kerja atau lembur selama 2 jam perharinya sehingga jam orang yang didapatkan setelah percepatan sama dengan jam orang sebelum dilakukan percepatan.

Untuk perhitungan jam orang baru berdasarkan alternatif percepatan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran F. Dalam lampiran tersebut dapat dilihat jam orang baru setelah dilakukan percepatan dengan alternatif percepatannya. Sementara untuk penjadwalan baru setelah dilakukan percepatan pada jalur kritis 1 yang digunakan untuk penyusunan *network diagram* hasil percepatan durasi pada jalur kritis 1 dapat dilihat pada Tabel 4. 12.

Setelah ditentukan durasi percepatannya, maka *network diagram* baru yang menggunakan durasi percepatan dapat disusun. *Network diagram* tersebut dibuat untuk memastikan durasi percepatan pada setiap kegiatan kritis yang terdapat pada jalur kritis 1 tidak menimbulkan masalah baru atau menimbulkan jalur kritis baru. *Network diagram* hasil percepatan durasi dapat dilihat pada lampiran G.

Dari hasil percepatan pada kegiatan *loading, positioning & seafastening* peralatan *diving, ROV & survey spread* dari *jetty* ke atas DSV (2) dipercepat pelaksanaannya menjadi 2 hari dan selesai pada tanggal 11/05/2016, maka kegiatan yang dimulai setelah kegiatan tersebut selesai seperti kegiatan instalasi *diving & ROV spread* (5), instalasi peralatan survei (6) dan instalasi internet (7) dapat dimulai pada tanggal 12/5/2016. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Penjadwalan Setelah Percepatan pada Jalur Kritis 1

| No. | Kegiatan | Durasi Normal (Hari) | Waktu Mulai (Normal) | Waktu Selesai (Normal) | Durasi <i>Crashing</i> (Hari) | Jadwal Baru Setelah <i>Crashing</i> | |
|-----|---|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| | | | | | | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
| 1. | Mobilisasi peralatan dari warehouse menuju jetty | 1 | 09/05/2016 | 09/05/2016 | 1 | 09/05/2016 | 09/05/2016 |
| 2. | Loading, positioning & seafastening peralatan <i>diving, ROV & survey spread</i> dari jetty ke atas DSV | 4 | 10/05/2016 | 13/05/2016 | 2 | 10/05/2016 | 11/05/2016 |
| 3. | Mobilisasi project crew menuju DSV | 2 | 10/05/2016 | 11/05/2016 | - | 10/05/2016 | 11/05/2016 |
| 4. | Loading bahan makanan & inconsumable | 3 | 10/05/2016 | 12/05/2016 | - | 10/05/2016 | 12/05/2016 |
| 5. | Instalasi <i>diving & ROV spread</i> | 4 | 14/05/2016 | 17/05/2016 | 2 | 12/05/2016 | 13/05/2016 |
| 6. | Instalasi survey equipment | 4 | 14/05/2016 | 17/05/2016 | - | 12/05/2016 | 15/05/2016 |
| 7. | Instalasi internet | 2 | 14/05/2016 | 15/05/2016 | - | 12/05/2016 | 13/05/2016 |
| 8. | Menyelesaikan temuan pre-job activity | 3 | 13/05/2016 | 15/05/2016 | - | 13/05/2016 | 15/05/2016 |
| 9. | Mobilisasi menuju site | 1 | 18/05/2016 | 18/05/2016 | 1 | 18/05/2016 | 18/05/2016 |

Kegiatan instalasi peralatan survei (6) yang tadinya merupakan kegiatan kritis setelah dilakukan percepatan pada jalur kritis 1 dan perubahan waktu mulai pelaksanaannya maka berubah menjadi kegiatan non-kritis. Hal itu menyebabkan jalur kritis 2 yang melewati kegiatan mobilisasi peralatan dari *warehouse* menuju

jetty (1), *loading, positioning & seafastening* peralatan *diving, ROV & survey spread* dari *jetty* ke atas DSV (2), instalasi peralatan survei (6) dan mobilisasi menuju *site* (10) berubah menjadi jalur non-kritis. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. 4.

4.8.2 Menentukan Biaya Percepatan pada Jalur Kritis 1

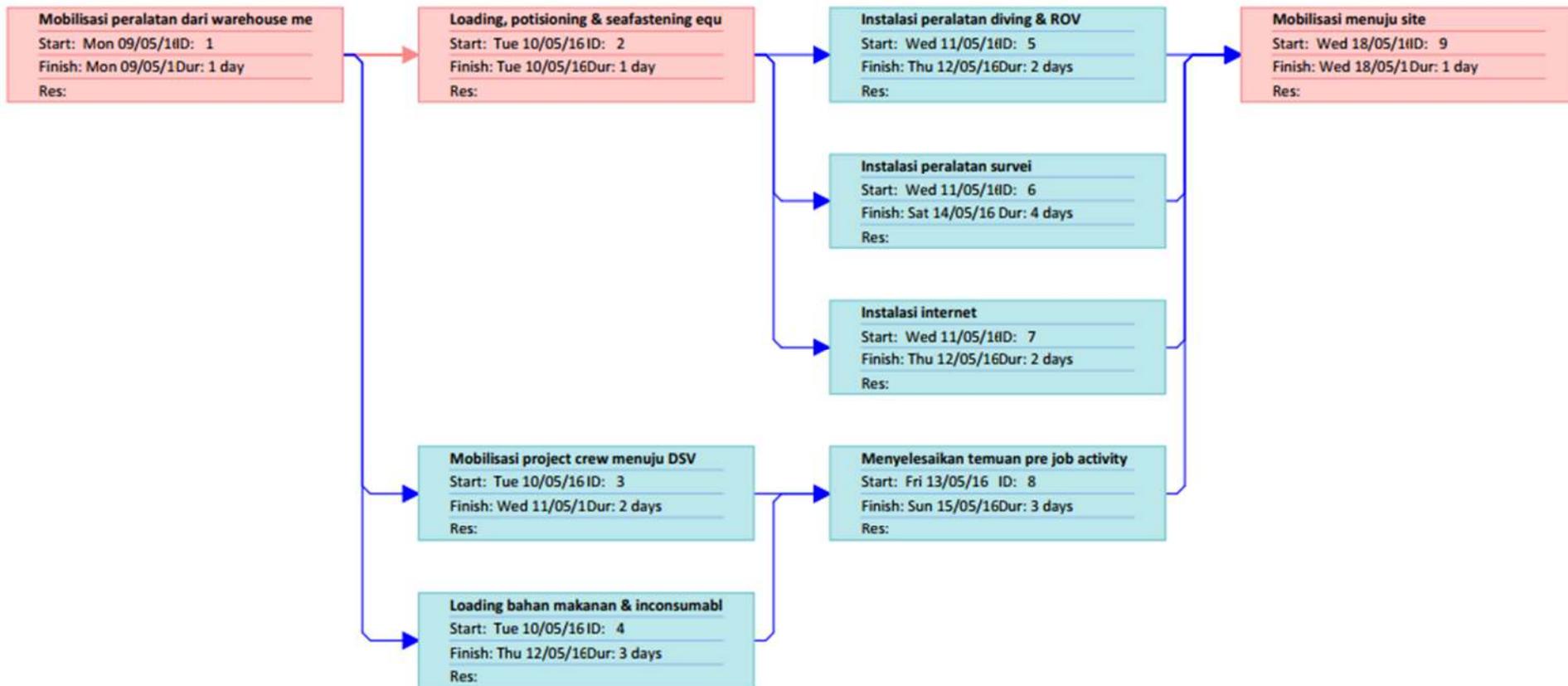
Dari jalur kritis yang melewati kegiatan-kegiatan yang telah digambarkan pada Gambar 4. 3, selanjutnya akan ditentukan biaya-biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap kegiatan tersebut berdasarkan durasi percepatannya. Dengan menentukan biaya langsung (dapat dilihat pada Tabel 4. 11), upah seluruh pekerja yang telah bergabung diatas DSV (dapat dilihat pada Tabel 4. 6 dan Tabel 4. 7), menentukan tambahan pekerja dan menentukan upah lembur pada setiap kegiatan, maka dapat ditentukan biaya percepatannya.

Percepatan yang dilakukan pada jalur kritis ini adalah dengan menambah jumlah pekerja dan penambahan jam kerja selama 2 jam. Penentuan upah biaya lembur pekerja dibuat sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. KEP102/MEN/VI/2004 Tahun 2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 tentang standar upah untuk lembur dengan persyaratan:

- a. Waktu lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 jam dalam satu minggu
- b. Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam kedua & ketiga harus dibayar sebesar 2 kali upah sejam
- c. Untuk lembur di hari libur atau minggu maka:
7 jam pertama dibayar 2 kali upah sejam
Jam ke-8 dibayar 3 kali upah sejam
Jam ke-9 sampai 10 dibayar 4 kali upah sejam

Dari jam kerja normal yang dilakukan selama 7 jam kerja perharinya yaitu yang dimulai pada pukul 08.00 hingga pukul 16.00 akan ditambah 2 jam kerja lembur menjadi 9 jam kerja yaitu dimulai pada pukul 08.00 hingga pukul 18.00.

Perhitungan upah lembur hanya diberikan kepada pekerja inti persiapan mobilisasi karena untuk seluruh pekerja inti proyek IMR *Campaign* diberi status *idle* selama proses persiapan mobilisasi berlangsung.



Gambar 4. 4 *Network Diagram* Hasil Percepatan Durasi Jalur Kritis 1

Dalam Tabel 4. 13 dapat dilihat *breakdown* biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan berdasar durasi percepatannya. Dari hasil percepatan tersebut, dibutuhkan biaya sebesar Rp. 800.285.000,- untuk menyelesaikan percepatan setiap kegiatan pada jalur kritis.

Tabel 4. 13 Biaya Percepatan Jalur Kritis

| No. | Uraian Biaya | Qty | Biaya per Hari | Durasi <i>Crashing</i> (Hari) | Upah Lembur Selama 2 Jam | Total Biaya |
|-----|--|----------------|----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------|
| 1. | Mobilisasi peralatan dari warehouse menuju jetty | | | | | |
| | Biaya langsung | 42 Manhours | Rp51.900.000 | 1 | - | Rp51.900.000 |
| | Upah pekerja (idle) | | Rp50.750.000 | | - | Rp50.750.000 |
| 2. | Loading, positioning & seafastening peralatan diving, ROV & survey spread dari jetty ke atas DSV | | | | | |
| | Biaya langsung | 396 | Rp51.900.000 | 2 | - | Rp103.800.000 |
| | Upah pekerja (idle) | Manhours | Rp78.575.000 | | - | Rp157.150.000 |
| | Jenis pekerjaan | | | | | |
| | OCM (idle) | 1 | - | 2 | - | - |
| | Report Coordinator (idle) | 1 | - | | - | - |
| | Project Engineering (idle) | 1 | - | | - | - |
| | Project Controller (idle) | 1 | - | | - | - |
| | Technician (idle) | 4 | - | | - | - |
| | Welder | 8 | Rp1.260.000 | | Rp630.000 | Rp30.240.000 |
| | Helper | 6 | Rp805.000 | | Rp402.500 | Rp12.075.000 |
| 5. | Instalasi diving & ROV spread | | | | | |
| | Biaya langsung | 324 | Rp51.900.000 | 2 | - | Rp103.800.000 |
| | Upah pekerja (idle) | Manhours | Rp78.575.000 | | - | Rp157.150.000 |
| | Jenis pekerjaan | | | | | |
| | OCM (idle) | 1 | - | 2 | - | - |
| | Report Coordinator (idle) | 1 | - | | - | - |
| | Project Engineering (idle) | 1 | - | | - | - |
| | Project Controller (idle) | 1 | - | | - | - |
| | DMT Diver (idle) | 2 | - | | - | - |
| | Diving Supervisor (idle) | 2 | - | | - | - |
| | ROV Supervisor (idle) | 2 | - | | - | - |
| | ROV Pilot (idle) | 2 | - | | - | - |
| | Technician (idle) | 3 | - | | - | - |
| | Helper | 3 | Rp805.000 | | Rp402.500 | Rp7.245.000 |
| 9. | Mobilisasi menuju site | | | | | |
| | Biaya langsung | | Rp47.600.000 | 1 | - | Rp47.600.000 |
| | Upah pekerja (idle) | | Rp78.575.000 | | - | Rp78.575.000 |
| | Total | | | | | Rp800.285.000 |

Terdapat perbedaan antara biaya langsung dari beberapa kegiatan proses persiapan mobilisasi akibat posisi DSV pada saat itu. Pada saat tidak bersandar atau berada di *jetty*, posisi DSV berada di *anchorage area*. Hal itu dilakukan untuk

menghemat biaya sandar DSV. Selama berada di *anchorage area*, kegiatan mobilisasi peralatan dan lain-lain menggunakan kapal nelayan.

4.9 Menentukan Durasi Percepatan dan Biaya Percepatan pada Kegiatan Non-Kritis

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempercepat durasi proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*. Percepatan dilakukan karena proses tersebut mengalami keterlambatan dari jadwal awalnya.

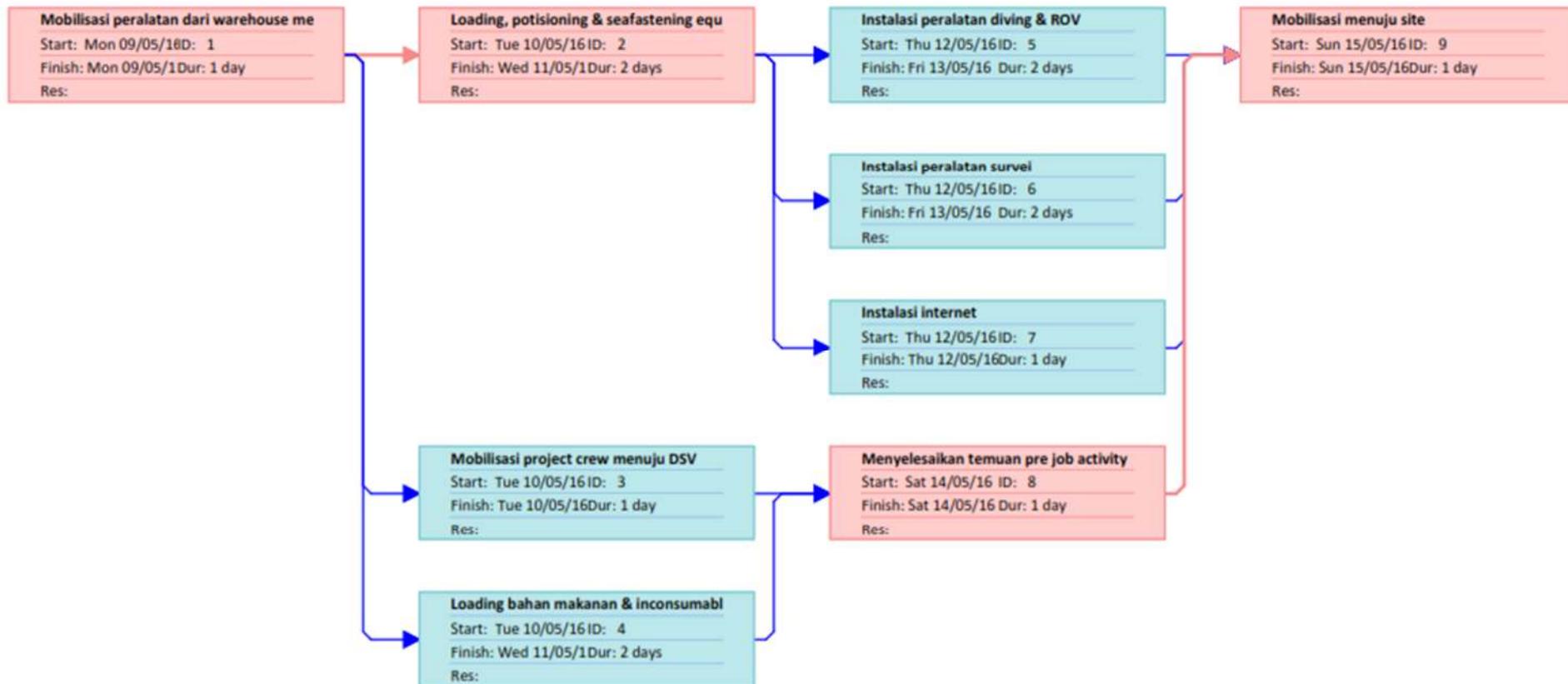
Pada Tabel 4. 12 telah diuraikan penjadwalan baru setiap kegiatan setelah proses percepatan pada jalur kritis. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa beberapa kegiatan non kritis masih mempunyai durasi yang panjang sehingga menyebabkan durasi keseluruhan proses tersebut masih sama dengan durasi awal. Maka hal selanjutnya yang akan dilakukan adalah dengan melakukan percepatan durasi dari kegiatan-kegiatan non kritis sehingga didapatkan durasi yang ideal untuk menyelesaikan proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*.

4.9.1 Menentukan Durasi Percepatan pada Setiap Kegiatan Non-Kritis

Durasi normal dari kegiatan-kegiatan non kritis proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* berpengaruh terhadap durasi keseluruhan proses mobilisasi. Percepatan durasi untuk setiap kegiatan non kritis proses persiapan mobilisasi perlu dilakukan untuk mendapatkan durasi yang ideal untuk menyelesaikan keseluruhan proyek.

Penentuan durasi percepatan untuk kegiatan-kegiatan non kritis ditentukan sesuai dengan alternatif percepatan yang sama dengan alternatif percepatan yang digunakan oleh percepatan pada jalur kritis. Telah diuraikan dalam Tabel 4. 14 hasil percepatan durasi pada setiap kegiatan non kritis dari proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*.

Setelah ditentukan durasi percepatan dari kegiatan non kritis proses persiapan mobilisasi, hal yang selanjutnya dapat dilakukan adalah penyusunan jadwal baru hasil percepatan durasi yang telah dilakukan pada jalur kritis dan kegiatan-kegiatan non kritis. Susunan penjadwalan baru proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* dapat dilihat pada Tabel 4. 15.



Gambar 4. 5 Network Diagram Hasil Percepatan Kegiatan Non Kritis

Jadwal baru yang telah disusun pada tabel tersebut menjadi dasar untuk penyusunan *network diagram* baru menggunakan jadwal baru tersebut. Pada Gambar 4. 5 dapat dilihat *network diagram* hasil percepatan mobilisasi menggunakan durasi percepatan tersebut. *Network diagram* tersebut juga dapat disebut dengan *network diagram* hasil percepatan proses persiapan mobilisasi proyek IMR Campaign karena keseluruhan kegiatan telah dipercepat dan mendapatkan penjadwalan baru untuk proses persiapan mobilisasi proyek tersebut.

Tabel 4. 14 Durasi Percepatan Kegiatan Non Kritis

| No. | Kegiatan | Durasi Normal (Hari) | Jam Orang (Manhours) | Pekerja yang Terlibat Setelah Percepatan | Durasi Percepatan (Hari) | Jam Orang Setelah Percepatan (Manhours) |
|-----|---------------------------------------|----------------------|----------------------|--|--------------------------|---|
| 3. | Mobilisasi project crew menuju DSV | 2 | - | | 1 | - |
| 4. | Loading bahan makanan | 3 | 21 Manhours | | 2 | 28 Manhours |
| | Jenis Pekerja | Qty | | Jenis Pekerja | Qty | |
| | Helper | 1 | | Helper | 2 | |
| 6. | Instalasi peralatan survei | 4 | 168 Manhours | | 2 | 180 Manhours |
| | Jenis Pekerja | Qty | | Jenis Pekerja | Qty | |
| | Marine Surveyor | 2 | | Marine Surveyor | 2 | |
| | CSWIP 3.4u | 1 | | CSWIP 3.4u | 2 | |
| | Technician | 1 | | Surveyor | 1 | |
| | Helper | 2 | | Processor | 1 | |
| | | | | Technician | 2 | |
| | | | Helper | 2 | | |
| 7. | Instalasi internet | 2 | 14 Manhours | | 1 | 18 Manhours |
| | Jenis Pekerja | Qty | | Jenis Pekerja | Qty | |
| | Helper | 1 | | Technician | 1 | |
| | | | | Helper | 1 | |
| 8. | Menyelesaikan temuan pre job activity | 3 | 42 Manhours | | 1 | 45 Manhours |
| | Jenis Pekerja | Qty | | Jenis Pekerja | Qty | |
| | Helper | 2 | | Technician | 2 | |
| | | | | Helper | 3 | |

4.9.2 Menentukan Biaya Percepatan untuk Kegiatan-Kegiatan Non-Kritis

Penentuan biaya percepatan kegiatan non kritis sama halnya dengan menentukan biaya percepatan pada kegiatan-kegiatan kritis yang melewati jalur kritis yaitu dengan menambah jumlah pekerja dan menambah jam kerja atau lembur. Biaya langsung pada beberapa kegiatan non kritis sudah tercakup pada kegiatan kritis yang melewati jalur kritis. Kegiatan non kritis yang biaya langsungnya belum tercakup pada perhitungan sebelumnya adalah kegiatan

menyelesaikan temuan *pre job activity* (8) yang dilaksanakan pada tanggal 14/05/16.

Tabel 4. 15 Penjadwalan Baru Proses Persiapan Mobilisasi

| No. | Kegiatan | Durasi Normal (Hari) | Waktu Mulai (Normal) | Waktu Selesai (Normal) | Durasi <i>Crashing</i> (Hari) | Jadwal Baru Setelah <i>Crashing</i> | |
|-----|--|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| | | | | | | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
| 1. | Mobilisasi peralatan dari warehouse menuju jetty | 1 | 09/05/2016 | 09/05/2016 | 1 | 09/05/2016 | 09/05/2016 |
| 2. | Loading, positioning & seafastening peralatan diving, ROV & survey spread dari jetty ke atas DSV | 4 | 10/05/2016 | 13/05/2016 | 2 | 10/05/2016 | 11/05/2016 |
| 3. | Mobilisasi project crew menuju DSV | 2 | 10/05/2016 | 11/05/2016 | 1 | 10/05/2016 | 10/05/2016 |
| 4. | Loading bahan makanan & inconsumable | 3 | 10/05/2016 | 12/05/2016 | 2 | 10/05/2016 | 11/05/2016 |
| 5. | Instalasi diving & ROV spread | 4 | 14/05/2016 | 17/05/2016 | 2 | 12/05/2016 | 13/05/2016 |
| 6. | Instalasi survey equipment | 4 | 14/05/2016 | 17/05/2016 | 2 | 12/05/2016 | 13/05/2016 |
| 7. | Instalasi internet | 2 | 14/05/2016 | 15/05/2016 | 1 | 12/05/2016 | 12/05/2016 |
| 8. | Menyelesaikan temuan pre-job activity | 3 | 13/05/2016 | 15/05/2016 | 1 | 14/05/2016 | 14/05/2016 |
| 9. | Mobilisasi menuju site | 1 | 18/05/2016 | 18/05/2016 | 1 | 15/05/2016 | 15/05/2016 |

Hasil perhitungan biaya percepatan kegiatan non kritis dapat dilihat pada Tabel 4.16. Biaya percepatan kegiatan non kritis membutuhkan biaya sebesar Rp. 153.606.250,-.

4.10 Hasil Percepatan Proses Persiapan Mobilisasi

Setelah dilakukan percepatan proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*, didapatkan durasi dan biaya baru yang dibutuhkan untuk proses tersebut. Dapat dilihat pada Tabel 4. 17 penjadwalan baru dari hasil percepatan durasi proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign*. Dari percepatan didapatkan durasi baru untuk menyelesaikan proses persiapan mobilisasi adalah selama 7 hari dan dilakukan mulai dari tanggal 09/05/2016 dan berakhir pada tanggal 15/05/2016. Lebih cepat 3 hari dari durasi normal yang terjadi di lapangan.

Tabel 4. 16 *Crashing Cost* pada Kegiatan Non Kritis

| No. | Uraian Biaya | Qty | Biaya per Hari | Durasi <i>Crashing</i> (Hari) | Upah Lembur Selama 2 Jam | Total Biaya | |
|-----|--|-----|----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------|--------------|
| 3. | Mobilisasi project crew menuju DSV | - | - | 1 | - | - | |
| 4. | Loading bahan makanan & inconsumables | - | - | 2 | - | - | |
| | Jenis pekerjaan | | | | | | |
| | Helper | 2 | Rp805.000 | | | Rp402.500 | Rp4.830.000 |
| 6. | Instalasi peralatan survei | | | | | | |
| | Jenis pekerjaan | | | | | | |
| | Marine Surveyor | 2 | - | 2 | - | - | |
| | CSWIP 3.4u | 2 | - | | | - | - |
| | Surveyor | 1 | - | | | - | - |
| | Processor | 1 | - | | | - | - |
| | Technician | 2 | Rp1.347.500 | | | Rp673.750 | Rp8.085.000 |
| | Helper | 2 | Rp805.000 | | | Rp402.500 | Rp4.830.000 |
| 7. | Instalasi internet | | | | | | |
| | Jenis pekerjaan | | | | | | |
| | Technician | 1 | Rp1.347.500 | 1 | Rp673.750 | Rp2.021.250 | |
| | Helper | 1 | Rp805.000 | | | Rp402.500 | Rp1.207.500 |
| 8. | Menyelesaikan temuan <i>pre-job activity</i> | | | | | | |
| | Biaya langsung | | Rp47.600.000 | 1 | - | Rp47.600.000 | |
| | Upah pekerja (idle) | | Rp78.575.000 | | | - | Rp78.575.000 |
| | Jenis pekerjaan | | | | | | |
| | Technician | 2 | Rp1.347.500 | | | Rp673.750 | Rp4.042.500 |
| | Helper | 3 | Rp805.000 | | | Rp352.188 | Rp2.415.000 |
| | Total | | | | | Rp153.606.250 | |

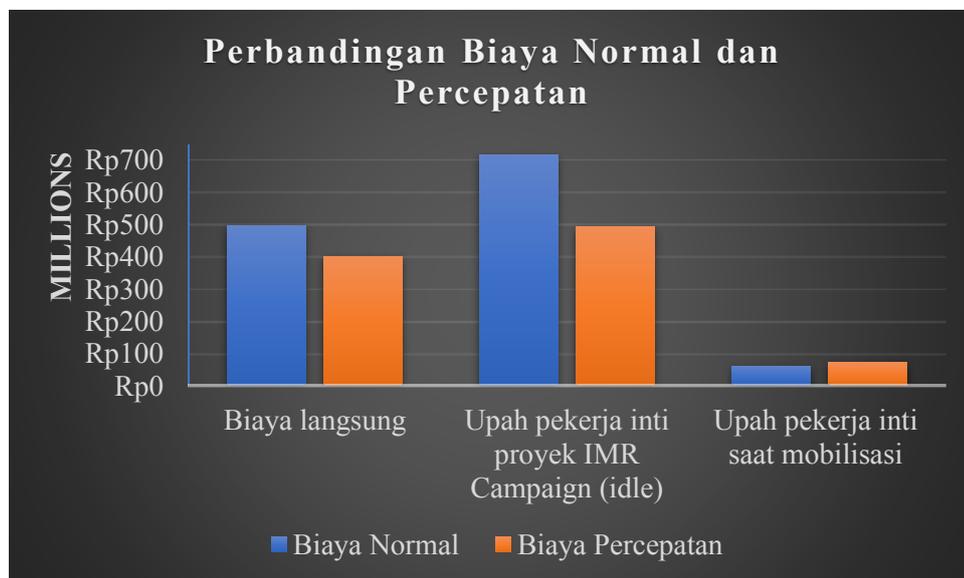
Sedangkan untuk perhitungan biaya percepatan didapatkan dari penjumlahan biaya percepatan kegiatan-kegiatan kritis pada jalur kritis dengan biaya percepatan kegiatan-kegiatan non kritis. Biaya keseluruhan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan persiapan mobilisasi yaitu sebesar Rp. 953.891.250,-.

Tabel 4. 17 Perbandingan Kondisi Normal dengan Kondisi Percepatan

| | Kondisi Normal | Kondisi Percepatan |
|--|-----------------|--------------------|
| Durasi | 10 Hari | 7 Hari |
| Biaya langsung | Rp497.500.000 | Rp354.700.000 |
| Upah pekerja inti proyek IMR Campaign (idle) | Rp757.925.000 | Rp522.200.000 |
| Upah pekerja inti saat mobilisasi | Rp62.825.000 | Rp76.991.250 |
| Total | Rp1.318.250.000 | Rp953.891.250 |

Biaya tersebut diketahui lebih rendah dari biaya persiapan mobilisasi dalam kondisi normal (dapat dilihat pada Tabel 4. 17). Kondisi tersebut dikarenakan biaya langsung atau *fixed cost* dan upah pekerja inti proyek IMR *Campaign* yang berstatus *idle* juga berkurang karena berkurangnya durasi (durasi percepatan) proses persiapan mobilisasi akibat percepatan atau *crashing*.

Selain kedua jenis biaya tersebut, terdapat satu jenis biaya yaitu upah pekerja inti mobilisasi. Dapat dilihat pada Tabel 4. 17 biaya yang dikeluarkan untuk membayar upah pekerja inti mobilisasi pada kondisi percepatan lebih tinggi dibandingkan pada kondisi normalnya. Hal tersebut dikarenakan adanya tambahan biaya yang dibayarkan untuk penambahan jumlah pekerja dan biaya lembur.



Gambar 4. 6 Perbandingan Kondisi Normal dan Kondisi Percepatan

Perbandingan keadaan sebelum dan sesudah dilakukan percepatan proses persiapan mobilisasi dengan menggunakan alternatif penambahan jumlah pekerja dan penambahan jam kerja untuk setiap kegiatan dapat dilihat pada Gambar 4. 6.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tugas akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kegiatan-kegiatan kritis yang terdapat pada jalur kritis proses persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* adalah:
 - a. Mobilisasi peralatan dari *warehouse* menuju *jetty*
 - b. *Loading, potisioning & seafastening* peralatan di atas deck DSV
 - c. Instalasi peralatan *diving & ROV*
 - d. Mobilisasi menuju *site*
2. Alternatif percepatan yang digunakan untuk mempercepat proses mobilisasi proyek IMR *Campaign* adalah:
 - a. Menambah jumlah pekerja baik pekerja inti proyek maupun pekerja inti proses persiapan mobilisasi
 - b. Menambah jam kerja atau lembur selama 2 jam perhari dengan total 9 jam kerja perhari yang dimulai dari pukul 08.00 hingga 18.00

Dari alternatif percepatan tersebut didapatkan durasi ideal pelaksanaan persiapan mobilisasi proyek IMR *Campaign* adalah selama 7 hari yang dimulai dari tanggal 09/05/16 hingga 15/05/16 dimana lebih cepat 3 hari dari durasi normalnya.

3. Dari hasil percepatan didapatkan optimasi waktu dan biaya proses persiapan mobilisasi. Didapatkan perbandingan kondisi normal dan kondisi percepatan dengan rincian:
 - a. Kondisi normal
 1. Durasi normal selama 10 hari
 2. Biaya langsung yang dibutuhkan sebesar Rp. 497.500.000,-
 3. Total upah pekerja inti proyek IMR *Campaign* selama mobilisasi dengan status *idle* adalah sebesar Rp. 757.925.000,-
 4. Total upah pekerja inti mobilisasi proyek IMR *Campaign* adalah sebesar Rp. 62.825.000,-

b. Kondisi Percepatan

1. Durasi percepatan adalah 7 hari
2. Biaya langsung yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 354.700.000,-
3. Total upah pekerja inti proyek IMR *Campaign* dengan status *idle* adalah sebesar Rp. 522.200.000,-
4. Total upah pekerja inti mobilisasi proyek IMR *Campaign* adalah sebesar Rp. 76.991.250,-

5.2 Saran

Saran yang diberikan penulis setelah melakukan seluruh proses pengerjaan skripsi ini adalah:

1. Untuk pengerjaan *Time Cost Trade Off* harus dilakukan iterasi sampai penjadwalan tersebut dapat dipercepat lagi sehingga didapatkan biaya optimum.
2. Perlu dilakukan analisa faktor-faktor keterlambatan dan dampaknya untuk meminimalisir terjadinya keterlambatan pada proyek yang serupa di masa yang mendatang.

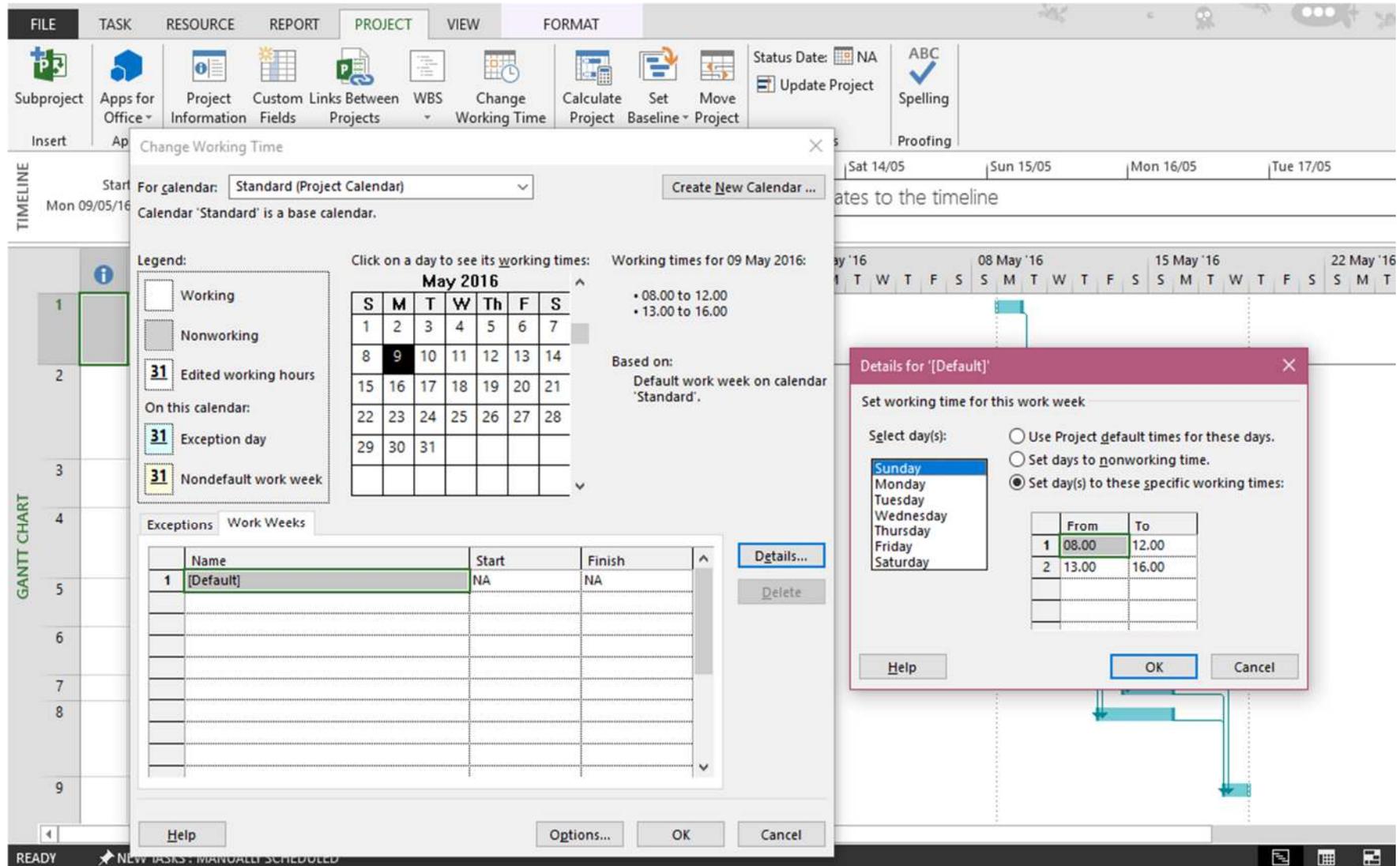
DAFTAR PUSTAKA

- API. (2007). *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms-Working Stress Design*. API.
- Bayliss, M., Short, D., & Bax, M. (1998). *Underwater Inspection*. London: E. & F. N. Spon Ltd.
- Bumi, D. J. (1999). *Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 21.K/38/DJM/1999 tentang Petunjuk Pelaksanaan Tata Cara Pemeriksaan Teknis atas Industri yang Dipergunakan dalam Usaha Pertambangan Minyak dan Gas Bumi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi.
- Caesaron, D., & Thio, A. (2015). Analisa Penjadwalan Waktu dengan Metode Jalur Kritis dan PERT Pada Proyek Pembangunan Ruko. *Journal of Industrial Engineering & Management Systems*, 59-82.
- Cahyono, B. (2011). *Contractor Safety Management System*. Eni Indonesia.
- Cakrabarti, S. (2005). *Handbook of Offshore Engineering*. Illinois: Elsevier Ltd.
- Fadllan. (2017). *Analisa optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Kapal (Studi Kasus: Pembangunan Kapal Kelas I Kenavigasian di Galangan Kapal Batam, Kepulauan Riau)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fauzan, R. (2016). *Analisis Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Ulubelu Unit 3&4 Lampung*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Handoko, T. H. (2000). *Manajemen Personalia dan Sumberdaya Manusia*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Heerskens, G. R. (2001). *Project Management*. New York: McGraw-Hill.
- Herjanto, E. (2003). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Householder, J. L., & Rutland, H. E. (1990). Who Owns Float? *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi.

- Jaya, K. A., Umami, N., & Febrianti, E. (2017). Perencanaan Ulang dan Pengendalian Produk Heat Exchanger Menggunakan Metode Critical Path Method dan Penunjang Microsoft Project Di PT Marvin Mas Teknik. *Jurnal Teknik Industri*, 161-168.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2010). *Operation Management*. New Jersey: Pearson.
- Levis. (1996). *Delay Construction*. Langford: Cahner Books International.
- Migas, S. (2017). *Laporan Tahunan*. Jakarta: SKK Migas.
- Nizar, C. (2011). *Manajemen Proyek*. Retrieved from Ilmu Sipil: www.ilmusipil.com
- Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Padaga, L. K. (2018). *Penjadwalan Berdasarkan Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi Kapal : Studi Kasus MV. Blossom*. Surabaya: ITS.
- Pradikta, H. M., & Putri, Y. E. (2014). Analisa Time Cost-Trade Off Pada Pembangunan Perluasan Rumah Sakit Petrokimia Gresik. *ITS Paper*, 1-5.
- Pratasik, F., Malingkas, G. Y., Arsjad, T. T., & Tarore, H. (2013). Menganalisis Sensitivitas Keterlambatan Durasi Proyek dengan Metode CPM. *Jurnal Sipil Statik*, 603-607.
- Redana, F. (2016). *Analisa Keterlambatan Proyek Pembangunan Jacket Structure*. Surabaya: ITS.
- Santosa, B. (2009). *Manajemen Proyek, Konsep dan Implementasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Simatupang, J. S. (2015). Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Pembangunan Persekolahan Eben Haezar Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 280-291.
- Siregar, A. C. (2017). *Evaluasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek dengan Critical Path Method*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.

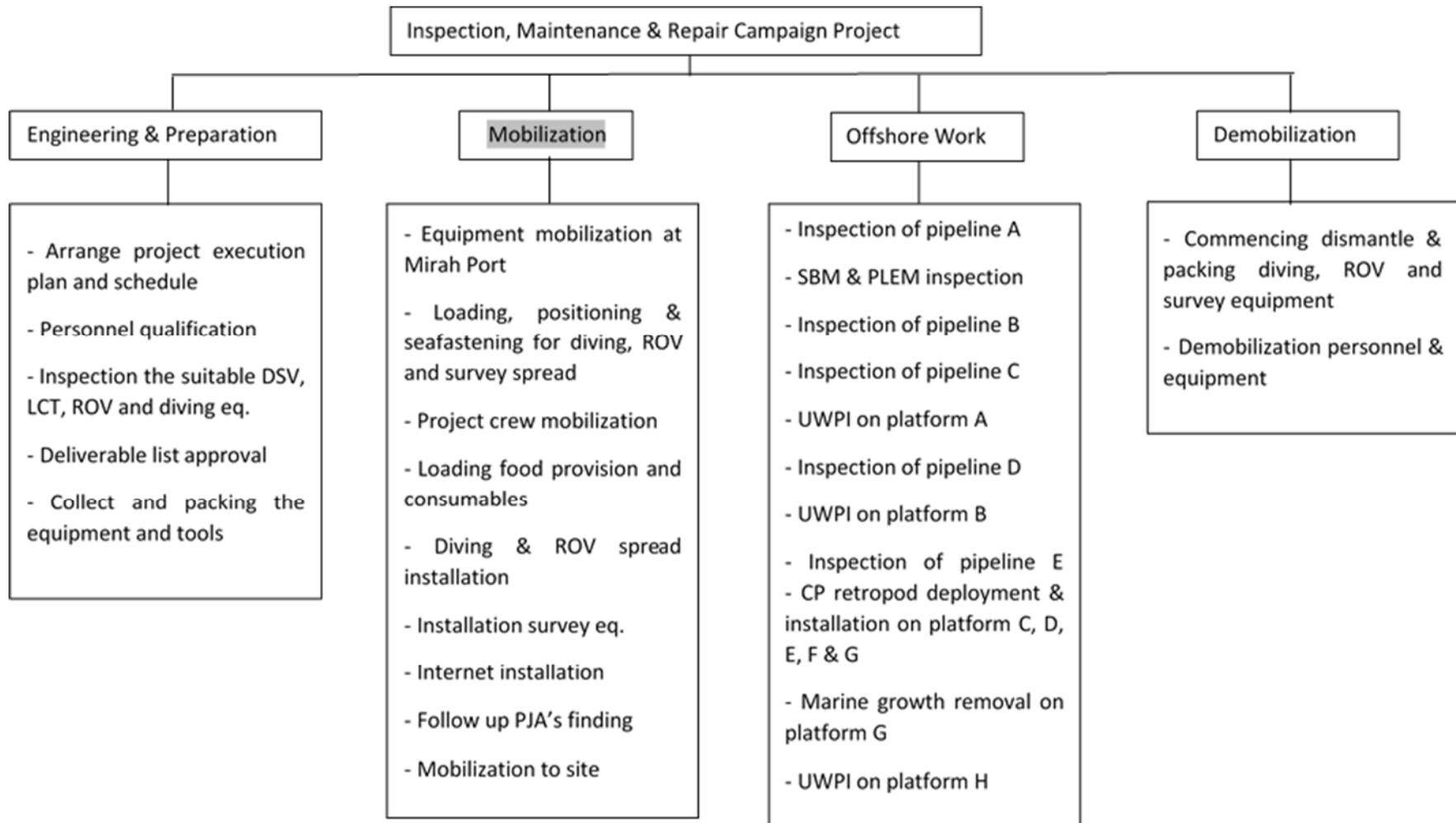
LAMPIRAN A
Gantt Chart pada Microsoft Project

LAMPIRAN B
Pengaturan *Working Time* pada *Microsoft Project*



LAMPIRAN C

Work Breakdown Structure Proyek IMR Campaign



LAMPIRAN D
Biaya Normal Mobilisasi

| No. | Uraian Biaya | Qty | Biaya per Hari | Durasi Normal (Hari) | Waktu Pelaksanaan | Total Biaya | |
|-----|--|-----|----------------|----------------------|--------------------------|-----------------|--|
| 1. | Mobilisasi peralatan dari warehouse menuju jetty | | | | | | |
| | Biaya langsung | | Rp51.900.000 | 1 | 09/05/2016 | Rp51.900.000 | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | Rp50.750.000 | | | Rp50.750.000 | |
| | Jenis Pekerja | | | | | | |
| | Helper | 2 | Rp805.000 | | 42 Manhours | Rp1.610.000 | |
| 2. | Loading, positioning & seafastening peralatan diving, ROV & survey spread dari jetty ke atas DSV | | | | | | |
| | Biaya langsung | | Rp51.900.000 | 4 | 10/05/16 - 13/05/16 | Rp199.000.000 | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | Rp78.575.000 | | | Rp314.300.000 | |
| | Jenis Pekerja | | | | | | |
| | Welder | 4 | Rp1.260.000 | | | Rp20.160.000 | |
| | Helper | 4 | Rp805.000 | 396 Manhours | Rp12.880.000 | | |
| 3. | Mobilisasi project crew menuju DSV | | | | | | |
| | Biaya langsung | | - | 2 | 10/05/16 - 11/05/16 | - | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | - | | | - | |
| 4. | Loading bahan makanan dan inconsumable | | | | | | |
| | Biaya langsung | | - | 3 | 10/05/16 - 12/05/16 | - | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | - | | | - | |
| | Jenis Pekerja | | | | | | |
| | Helper | 2 | Rp805.000 | | 42 Manhours | Rp4.830.000 | |
| 5. | Instalasi diving & ROV spread | | | | | | |
| | Biaya langsung | | Rp51.900.000 | 4 | 14/05/16 - 17/05/16 | Rp199.000.000 | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | Rp78.575.000 | | | Rp314.300.000 | |
| | Jenis Pekerja | | | | | | |
| | Helper | 2 | Rp805.000 | | 324 Manhours | Rp8.855.000 | |
| 6. | Instalasi survey equipment | | | | | | |
| | Biaya langsung | | - | 4 | 14/05/16 - 17/05/16 | - | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | - | | | - | |
| | Jenis Pekerja | | | | | | |
| | Helper | 1 | Rp805.000 | | 224 Manhours | Rp4.427.500 | |
| 7. | Instalasi internet | | | | | | |
| | Biaya langsung | | - | 2 | 14/05/16 - 15/05/16 | - | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | - | | | - | |
| | Jenis Pekerja | | | | | | |
| | Helper | 1 | Rp805.000 | | 28 Manhours | Rp2.817.500 | |
| 8. | Menyelesaikan temuan pre-job activity | | | | | | |
| | Biaya langsung | | - | 3 | 13/05/2016 - 15/05/16 | - | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | - | | | - | |
| | Jenis Pekerja | | | | | | |
| | Helper | 2 | Rp805.000 | | 42 Manhours | Rp7.245.000 | |
| 9. | Mobilisasi menuju site | | | | | | |
| | Biaya langsung | | Rp47.600.000 | 1 | 18/05/2016 | Rp47.600.000 | |
| | Upah pekerja inti (idle) | | Rp78.575.000 | | 7 Manhours | Rp78.575.000 | |
| | | | | Total | 798 Manhours | Rp1.318.250.000 | |

LAMPIRAN E
Hasil Perhitungan *Manhours* Jalur Kritis 1 Sebelum Percepatan

| No. | Kegiatan | Durasi Normal (Hari) | Jam Orang (Manhours) | Waktu Mulai (Normal) | Waktu Selesai (Normal) |
|-----|---|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| 1. | Mobilisasi peralatan dari <i>warehouse</i> menuju <i>jetty</i> | 1 | 42 Manhours | 09/05/2016 | 09/05/2016 |
| | Jenis Pekerja | Qty | | | |
| | OCM | 1 | | | |
| | Report Coordinator | 1 | | | |
| | Project Engineering | 1 | | | |
| | Project Controller | 1 | | | |
| | Helper | 2 | | | |
| 2. | Loading, positioning & seafastening peralatan diving, ROV & survey spread dari <i>jetty</i> ke atas DSV | 4 | 364 Manhours | 10/05/2016 | 13/05/2016 |
| | Jenis Pekerja | Qty | | | |
| | OCM | 1 | | | |
| | Report Coordinator | 1 | | | |
| | Project Engineering | 1 | | | |
| | Project Controller | 1 | | | |
| | Technician | 3 | | | |
| | Welder | 4 | | | |
| | Helper | 2 | | | |
| 5. | Instalasi diving & ROV spread | 4 | 308 Manhours | 14/05/2016 | 17/05/2016 |
| | Jenis Pekerja | Qty | | | |
| | OCM | 1 | | | |
| | Report Coordinator | 1 | | | |
| | Project Engineering | 1 | | | |
| | Project Controller | 1 | | | |
| | DMT Diver | 1 | | | |
| | Diving Supervisor | 1 | | | |
| | ROV Supervisor | 1 | | | |
| | ROV Pilot | 1 | | | |
| | Technician | 1 | | | |
| | Helper | 2 | | | |
| 9. | Mobilisasi menuju site | 1 | - | 18/05/2016 | 18/05/2016 |

LAMPIRAN F
Percepatan Durasi Jalur Kritis 1

| No. | Kegiatan | Durasi Normal (Hari) | Jam Orang (Manhours) | Pekerja yang Terlibat Setelah Percepatan | Durasi Percepatan (Hari) | Jam Orang Setelah Percepatan (Manhours) |
|------------|---|----------------------|----------------------|--|--------------------------|---|
| 1. | Mobilisasi peralatan dari <i>warehouse</i> menuju <i>jetty</i> | 1 | 42 Manhours | | 1 | 54 Manhours |
| | Jenis Pekerja | Qty | | Jenis Pekerja | Qty | |
| | OCM | 1 | | OCM | 1 | |
| | Report Coordinator | 1 | | Report Coordinator | 1 | |
| | Project Engineering | 1 | | Project Engineering | 1 | |
| | Project Controller | 1 | | Project Controller | 1 | |
| | Helper | 2 | | Helper | 2 | |
| 2. | Loading, positioning & seafastening peralatan diving, ROV & survey spread dari <i>jetty</i> ke atas DSV | 4 | 364 Manhours | | 2 | 396 Manhours |
| | Jenis Pekerja | Qty | | Jenis Pekerja | Qty | |
| | OCM | 1 | | OCM | 1 | |
| | Report Coordinator | 1 | | Report Coordinator | 1 | |
| | Project Engineering | 1 | | Project Engineering | 1 | |
| | Project Controller | 1 | | Project Controller | 1 | |
| | Technician | 3 | | DMT Diver | 1 | |
| | Welder | 4 | | Diving Supervisor | 1 | |
| | Helper | 2 | | ROV Supervisor | 1 | |
| | | | | ROV Pilot | 1 | |
| | | | | Technician | 2 | |
| | | | | Welder | 8 | |
| | | | | Helper | 4 | |
| 5. | Instalasi diving & ROV spread | 4 | 308 Manhours | | 2 | 324 Manhours |
| | Jenis Pekerja | Qty | | Jenis Pekerja | Qty | |
| | OCM | 1 | | OCM | 1 | |
| | Report Coordinator | 1 | | Report Coordinator | 1 | |
| | Project Engineering | 1 | | Project Engineering | 1 | |
| | Project Controller | 1 | | Project Controller | 1 | |
| | DMT Diver | 1 | | DMT Diver | 2 | |
| | Diving Supervisor | 1 | | Diving Supervisor | 2 | |
| | ROV Supervisor | 1 | | ROV Supervisor | 2 | |
| | ROV Pilot | 1 | | ROV Pilot | 2 | |
| Technician | 1 | Technician | 3 | | | |
| Helper | 2 | Helper | 3 | | | |
| 9. | Mobilisasi menuju site | 1 | - | | 1 | |

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Elisabeth Arlina Akbar, lahir di Surabaya, 28 April 1996. Setelah menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Krembangan Utara II No. 57 Surabaya, pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 38 Surabaya dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 6 Surabaya, penulis melanjutkan studinya di Departemen Teknik Kelautan FTK – ITS pada tahun 2014. Selama kuliah penulis aktif berorganisasi di UKM Bridge ITS. Setelah menjabat sebagai bendahara pada periode 2015 – 2016, penulis juga menjabat sebagai staf internal pada periode berikutnya. Selama bergabung dengan UKM Bridge ITS penulis juga menorehkan beberapa prestasi nasional seperti Juara 3 tim mahasiswi pada Kejuaraan Nasional Bridge Mahasiswa dan Pelajar ke 16 pada tahun 2014, Juara 3 pasangan mahasiswa pada Kejuaraan Piala Rektor UGM ke 11 tahun 2016 dan Juara 1 pasangan mahasiswi Kejuaraan Nasional Bridge Mahasiswa dan Pelajar ke 18 pada tahun 2016. Penulis pernah melaksanakan kerja praktik di PT Citra Mas perusahaan yang bergerak dibidang *Marine & Offshore Engineering Consultan* dan PT Aquamarine Divindo Inspection salah satu perusahaan yang bergerak dibidang *Underwater Construction & Marine Service*.

Elisabeth Arlina Akbar

elizabethakbar@gmail.com