

**PENETUAN JARINGAN KERJA OPTIMAL PADA PEMBUATAN KAPAL
PENANGKAPAN IKAN TRADISIONAL MENGGUNAKAN METODE
*CRITICAL PATH METHOD (CPM)***

Tugas Akhir
Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat-Syarat
Memperoleh Gelar Sarja Teknik

OLEH :

Nama : FARJAN AJILA
NIM : 1705903030003
Jurusan : TEKNIK INDUSTRI



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
ACEH BARAT**

2022

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat Hidayah dan Ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul " **PENETUAN JARINGAN KERJA OPTIMAL PADA PEMBUATAN KAPAL PENANGKAPAN IKAN TRADISIONAL MENGGUNAKAN METODE *CRITICAL PATH METHOD* (CPM)**". Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi tugas dan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri di Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Shalawat beserta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada pangkuan baginda Nabi Besar Muhammad SAW karena dengan berkat perjuangan beliau kita dapat hidup sejahtera di bumi Allah SWT. Skripsi ini tidak akan selesai tanpa doa, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ishak Hasan, M.Si, Selaku Rektor Universitas Teuku Umar.
2. Dr. Ir. M. Isya, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.
3. Nissa Prasanti, S.Si., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri terimakasih atas dorongan semangatnya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Muzakir, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing, yang telah bersedia meluangkan waktunya dan terimakasih atas segala kesabaran dan dorongan semangatnya selama membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Arie Saputra, S.T., M.Si selaku dosen penguji I. Terimakasih atas pertanyaan yang diberikan, masukan ilmu, saran dan motivasi yang membangun untuk memacu penulis menjadi lebih baik
6. Sofiyannurriyanti, S.T., M.T, selaku dosen penguji II. Terimakasih atas masukan, arahan dan motivasi yang sangat membangun untuk memacu penulis menjadi lebih baik.
7. Seluruh staf dosen prodi teknik industri yang telah membantu kelancaran penulis menjadi lebih baik.
8. Seluruh staf akademik fakultas teknik terimakasih atas waktu dan bantuannya.
9. Keluarga dari galangan kapal CV. Wahana Karya didesa pasi pinang yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan penelitian dan menerima penulis sangat baik
10. Ayah dan ibu tercinta yang selalu mendoakan. Terimakasih untuk kasih sayang, pengorbanan , dukungan dan semangat moril dan materil yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dilihat dari isi maupun pembahasan. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Alue Peunyareng, 08 Juni 2022

Penulis

Farjan Ajila

NIM. 1705903030003

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Penelitian.....	5
1.6. Asumsi.....	6
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Manajemen Proyek	9
2.1.1. Definisi Proyek	9
2.1.2. Daur Hidup Manajemen Proyek	13
2.1.3. Pengendalian Proyek	13
2.1.4. Proses Pengendalian	15
2.1.5. Durasi proyek	16
2.2. Jaringan kerja	16
2.2.1. Metode <i>Activity On Arrow</i>	17
2.2.2. <i>Network Diagram Activity On Arrow</i>	18
2.2.3. <i>Network Diagram Activity On Node</i>	19
2.2.4. <i>Bar Chart</i>	21

2.3	Hubungan Antara Biaya dan Waktu	22
2.4	Lintasan kritis.....	24
2.5	<i>Critical Path Method (CPM)</i>	25
2.5.1	Perhitungan maju.....	27
2.5.2	Perhitungan Mundur.....	28
2.5.3	Menghitung Waktu Slack / float dan mengidentifikasi Jalur Kritis.....	28
2.5.4	Teknik Menghitung Critichal Path Method.....	29
2.8.	<i>POM-QM For Windows</i>	30
2.9.	Penelitian Terdahulu.....	32
BAB 3	METODLOGI PENELITIAN	33
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian	33
3.1.1.	empat penelitian.....	33
3.1.2.	Waktu Penelitian.....	33
3.2	Jenis Penelitian.....	35
3.3.	Kerangka konseptual	35
3.4.	Sumber Data.....	36
3.5.	Pengumpulan Data.....	37
3.5.1.	Metode Pengumpulan Data	37
3.5.2.	Metode Pengolahan Data.....	38
3.6.	Rancangan Penelitian	39
BAB 4	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	41
4.1.	Pengumpulan Data.....	41
4.1.1.	Data Aktivitas Pekerjaan	41
4.2.	Pengolahan Data	43

4.2.1. Hubungan keterkaitan antar pekerjaan	43
4.2.2. Menentukan Waktu Penyelesaian Produksi.....	45
4.2.3. Perhitungan Maju	45
4.2.4. Perhitungan Mundur	49
4.2.5. Menghitung Total Float	50
4.2.6. waktu Dan Biaya Optimal.....	52
4.2.6. Pengolahan data menggunakan <i>Software</i> POM.....	55
4.2.7. Penyusunan Penjadwalan produksi.....	59
BAB 5 ANALISIS DAN EVALUASI	61
5.1. Analisis jaringan kerja.....	61
5.2. Analisis Jalur Kritis waktu normal dan waktu cepat	61
5.3. Waktu Dan Biaya Optimal	62
5.4. Penyusunan Penjadwalan Produksi	62
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	64
6.1. Kesimpulan	64
6.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu.....	32
Tabel 3.1. Timeline Penelitian Tahun 2021	34
Tabel 4.1. Durasi pekerjaan, waktu pekerjaan, tenaga kerja dan biaya tenaga kerja.	42
Tabel 4.2. Hubungan keterkaitan antar pekerjaan.....	44
Tabel 4.3. Perhitungan Maju	47
Tabel 4.4. Perhitungan Mundur.....	49
Tabel 4.5. Menghitung Total Float.....	51
Tabel 4.6. Waktu Dan Biaya Optimal.....	53
Tabel 4.7. Perhitungan Waktu dan Biaya Optimal	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tanda atau Simbol dalam Membuat Jaringan Kerja.....	19
Gambar 2.2. Denah yang Lazim pada Node.....	21
Gambar 2.3. Bar Chart atau <i>Gantt Chart</i>	22
Gambar 2.4. Grafik Hubungan Waktu-Biaya Normal Dan Dipercepat Suatu Kegiatan.....	23
Gambar 2.5. Grafik Hubungan Waktu Dengan Biaya Total, Biaya Langsung, Dan Biaya Tak Langsung.....	23
Gambar 2.6. <i>Icon</i> Awal POM-QM <i>for Windows</i>	31
Gambar 2.7. Tampilan Pembuka POM-QM <i>for windows</i>	32
Gambar 2.8 Tampilan pilihan Modul POM-QM <i>for windows</i>	32
Gambar 3.1. Peta Lokasi Galangan Kapal CV. Wahana Karya.....	34
Gambar 3.2. Kerangka Konseptual.....	36
Gambar 3.3. Rancangan Penelitian.....	40
Gambar 4.1. Jaringan Kerja.....	46
Gambar 4.2. Jalur Kritis (Waktu Normal).....	47
Gambar 4.4. Tampilan Menu Modul.....	58
Gambar 4.5 Tampilan Menu File.....	59
Gambar 4.6. Tampilan awal.....	59
Gambar 4.7. Tampilan Pengisian Data Waktu Normal.....	60
Gambar 4.8. Tampilan Pengisian Data Waktu Cepat.....	60

Gambar 4.9. Tampilan <i>Project Management</i> (CPM)	61
Gambar 4.10. Tampilan <i>Precedence Graph</i>	62
Gambar 4.11. Penjadwalan metode <i>Gantt Chart</i>	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Indonesia merupakan sebuah negara maritim dikarenakan sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari perairan, Indonesia memiliki total luas wilayah sebesar 5.180.083 km² yang mencakup daratan dan lautan. Luas daratan Indonesia adalah 1.922.570 km². Sementara itu, wilayah lautnya lebih luas yaitu 3.257.484 km². Sehingga menjadikan Indonesia juga sebagai negara kepulauan dengan jumlah pulau terbanyak di dunia yaitu 17.504 pulau yang terbentang diseluruh wilayah Indonesia (kumparan.com, 2020).

Aceh merupakan salah satu daerah yang memproduksi kapal di Indonesia, pada tahun 2012 tercatat produksi kapal di Aceh sebanyak 5.538 unit dan pada tahun 2019 produksi kapal di Aceh terus mengalami peningkatan sebesar 7.475 unit. Sehingga menjadikan Aceh sebagai salah satu provinsi penghasil kapal di Indonesia (BPS Provinsi Aceh, 2020). Produksi kapal diperlukan perhatian khusus pada proses penjadwalan kapal sehingga produksi kapal dapat mencapai waktu yang ditargetkan.

Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang

akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni Manajemen proyek mempunyai sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan. Perubahan kondisi yang begitu cepat menuntut setiap pimpinan yang terlibat dalam proyek untuk dapat mengantisipasi keadaan, serta menyusun bentuk tindakan yang diperlukan. (Hartawan, n.d).

Suatu kegiatan proyek dapat dikatakan berhasil apabila semua ruang lingkup pekerjaan terpenuhi dengan kualitas yang baik, kesesuaian antara realisasi jadwal, biaya yang dikeluarkan, serta batasan waktu yang telah disepakati. Oleh karena itu, sangat diperlukan penggunaan waktu yang efektif dan efisien. Selama ini perusahaan dalam menentukan waktu hanya berdasarkan pengalaman sehingga beberapa masalah sering muncul dalam perencanaan dan pengendalian proyek yaitu lengahnya manajer proyek dalam memetakan jalur kritis dari suatu kegiatan. Jalur kritis sangat penting bagi pelaksanaan proyek.

Galangan kapal CV. Wahana Karya merupakan salah satu tempat untuk memproduksi dan mereparasi kapal kayu yang ada di Desa Pasi Pinang, Kecamatan Meurebo, Kabupaten Aceh Barat. Galangan kapal ini masih berupa galangan kayu konvensional dan masih memiliki ketidaksesuaian target waktu dengan realisasi penyelesaian, sehingga berdampak pada biaya yang dikeluarkan semakin membengkak dan akan berimbas pada keuntungan yang didapatkan industri tersebut.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka dapat disesuaikan salah satunya dengan menggunakan metode *Project Evaluation And Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) terdapat tahapan penentuan jalur kritis, di mana jalur kritis merupakan kegiatan-kegiatan dalam proyek yang memiliki total

jumlah waktu terlama dan menunjukkan rentang waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Dengan diterapkan metode PERT dan CPM pada aplikasi, khususnya pada proyek pembangunan kapal, dapat membantu dan mempermudah project manager dalam melakukan pemetaan masalah dalam pengerjaan proyek sehingga waktu dan biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek dapat diestimasi dengan baik dan jalur kritis dalam pengerjaan proyek dapat dipetakan dengan baik. Manajer proyek juga mudah mengetahui kegiatan-kegiatan kritis dalam pengerjaan proyek sehingga kegiatan tersebut lebih perlu dikendalikan agar kegiatan yang berhubungan tidak mengalami keterlambatan dan proyek bisa diselesaikan dalam tepat waktu.

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Rizki Ridho dan Syahrizal (2014) dengan judul “Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek Dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pusat Statistik Kota Medan Di Jl. Gaperta Medan, Sumatera Utara)”. Hasil penelitiannya adalah dengan menggunakan metode CPM/PERT proyek pembangunan gedung Badan Pusat Statistik kota Medan dapat diselesaikan dalam jangka waktu 112 hari.

Oleh karena itu penulis tertarik untuk mengadakan penelitian, khususnya pada CV. Wahana Karya yang terletak di Desa Pasi Pinang, Kecamatan Meurebo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh. untuk menganalisis waktu dan biaya pembuatan kapal yang dilakukan oleh galangan kapal untuk meminimalkan waktu dan biaya pembuatan kapal. Untuk itu penulis mengambil judul penelitian: **“PENETUAN JARINGAN KERJA OPTIMAL PADA PEMBUATAN KAPAL PENANGKAPAN IKAN TRADISIONAL MENGGUNAKAN METODE**

CRITICAL PATH METHOD (CPM) PROJECT EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT) (CPM)”.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Belum adanya jalur kritis proses produksi pembuatan kapal di CV. Wahana Karya agar diketahui besar waktu penyelesaian produksi
2. Belum adanya sistem penjadwalan produksi pembuatan kapal di CV. Wahana Karya

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini untuk adalah:

1. Menyusun jaringan kerja pada proses produksi pembuatan kapal di CV Wahana Karya.
2. Menentukan jalur kritis penjadwalan proses produksi pembuatan kapal di CV Wahana Karya.
3. Rekomendasi target penyelesaian pekerjaan pada. Proses produksi di CV. Wahana karya.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis dan bagi pihak-pihak lainnya:

- 1) Peneliti

Dapat dipergunakan untuk mengaplikasikan teori yang telah didapat dari proses perkuliahan sehingga dapat menambah pengetahuan khususnya terkait dengan menganalisis waktu penyelesaian dan penggunaan biaya pada proyek pembangunan kapal

2) Pihak perusahaan

Semoga penelitian ini dapat memberikan pertimbangan dalam menganalisis waktu penyelesaian proyek yang optimal, sehingga dapat mencegah keterlambatan penyelesaian proyek dan penggunaan biaya proyek menjadi efektif dan efisien serta tidak terjadi pemborosan.

3) Program Studi Teknik Industri

Menambah data riset terkait bidang manajemen proyek pada proyek pembangunan kapal yang bermanfaat bagi akademisi, sebagai referensi empirik yang memberikan kontribusi ilmiah

1.5. Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembuatan kapal penangkapan ikan tradisional di CV. Wahana Karya
2. Pengambilan data dilakukan pada area produksi yang meliputi: Bagian Keuangan, waktu produksi dan tenaga kerja.

1.6. Asumsi

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak ada perubahan kebijakan perusahaan dan proses bisnis perusahaan selama penelitian ini berlangsung.
2. Operator bekerja secara normal

1.7. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan Penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri atas uraian mengenai latar belakang masalah yang menjadi alasan penelitian ini dilakukan. Dilanjutkan dengan penulisan rumusan masalah yang merupakan pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab melalui penelitian yang dilakukan. Penulisan batasan penelitian dilakukan sebagai salah satu bentuk penentuan fokus penelitian agar penelitian yang dilakukan oleh peneliti tetap *on the focus* sehingga nantinya dapat memberikan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian dan dapat memberikan manfaat penelitian sesuai dengan apa yang diharapkan oleh peneliti.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menerangkan sejumlah istilah-istilah yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini. Bab ini pun akan mengemukakan penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh peneliti lain dan berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Hal ini dilakukan agar penelitian

yang dilakukan oleh peneliti memiliki dasar yang cukup kuat dan menjadi acuan bahwa apa yang diteliti oleh peneliti saat ini benar-benar original, belum pernah dilakukan oleh peneliti lain sebelumnya sehingga peneliti dapat menentukan posisi penelitiannya saat ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan mengenai metode atau cara dalam melakukan penelitian ini, mulai dari pendahuluan, identifikasi masalah, studi pustaka, 9 pengumpulan data, pengolahan data hingga pada penarikan kesimpulan dan pemberian saran.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana pengolahan data tersebut. Hasil pengolahan data menjadi acuan untuk pembahasan yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil yang diperoleh dari penggunaan metode *Project Evaluation And Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM).

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini diuraikan mengenai pembahasan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian yang akan menghasilkan rekomendasi bagi perusahaan.

BAB VI KESIMPULAN DAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh melalui pembahasan penelitian serta saran yang dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis yang diajukan kepada perusahaan dan kepada para peneliti dalam bidang sejenis.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini akan memuat daftar sumber berbagai literatur yang digunakan dalam penelitian. Literatur-literatur tersebut digunakan untuk memperkuat asumsi, hipotesis, dan pernyataan yang terdapat pada penelitian ini.

LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Manajemen Proyek

Manajemen konstruksi (*construction management*), adalah bagaimana agar sumber daya yang terlibat dalam proyek konstruksi dapat diaplikasikan oleh Manajer proyek secara tepat. Proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek yang menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya, dan membutuhkan organisasi (Ervianto, I.W. 2005).

Manajemen konstruksi di definisikan sebagai suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi atas kegiatan perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian, terhadap sumber-sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Tujuan manajemen adalah mendapatkan metode atau cara teknis yang paling baik dengan sumber daya yang terbatas diperoleh hasil maksimal dalam hal ketepatan, kecepatan, penghematan, dan keselamatan kerja secara komprehensif (Husen, A. 2009).

2.1.1. Definisi Proyek

Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu

hasil kegiatan yang berupa bangunan. Menurut (Soeharto, I. 2002) Proyek mempunyai ciri pokok sebagai berikut:

1. Bertujuan menghasilkan lingkup tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir
2. Dalam proses mewujudkan lingkup di atas, ditentukan jumlah biaya, jadwal serta kriteria mutu
3. Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan titik akhir ditentukan dengan jelas
4. Non rutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Proyek mempunyai tiga karakteristik yang dapat dipandang secara tiga dimensi. Tiga karakteristik tersebut adalah:

1. Bersifat Unik
Keunikan dari proyek konstruksi adalah tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek yang identik, yang ada adalah proyek yang sejenis), proyek bersifat sementara, dan selalu terlibat grup pekerja yang berbeda-beda.
2. Dibutuhkan sumber daya (*resource*)
Setiap proyek membutuhkan sumber daya, yaitu pekerja, uang, mesin, metode, dan material. Dalam kenyataannya, mengorganisasikan pekerja lebih sulit dibandingkan dengan sumber daya lainnya.

3. Organisasi

Setiap organisasi mempunyai keragaman tujuan dimana didalamnya terlibat sejumlah individu dengan keahlian yang bervariasi, perbedaan ketertarikan, kepribadian yang bervariasi, dan ketidakpastian

Proses untuk mencapai tujuan ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala (*triple constrain*) yaitu:

1. Anggaran

Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak boleh melebihi anggaran. Untuk proyek-proyek yang melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal pengerjaan bertahun-tahun, anggarannya tidak hanya ditentukan dalam total proyek, tetapi dipecah atas komponen-komponennya atau perperiode tertentu yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian, penyelesaian bagian-bagian proyek harus memenuhi sasaran anggaran perperiode.

2. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan;

3. Mutu

Produk atau hasil kegiatan harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan (Mahendra, S. 2004)

Ketiga batasan tersebut, bersifat tarik-menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini selanjutnya berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu dan jadwal. Dari segi teknis, ukuran keberhasilan proyek dikaitkan dengan sejauhmana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi (Mahendra, S. 2004).

Menurut (Schwalbe, K. 2004) Atribut dari suatu proyek adalah sebagai berikut :

1. Sebuah proyek memiliki tujuan yang khusus. Proyek harus menghasilkan suatu produk khusus, layanan, dan hasil akhir.
2. Proyek bersifat sementara. Proyek memiliki awal dan akhir yang jelas.
3. Proyek membutuhkan sumber daya bisa dari beberapa area. Sumber daya dapat berupa hardware, software, dan sumber daya lainnya.
4. Proyek harus memiliki pelanggan utama (*primary customer*) atau sponsor.
5. Proyek melibatkan ketidakpastian, karena setiap proyek bersifat unik maka sangat sulit untuk menentukan objektivitas proyek, mengestimasi waktu proyek dan biayanya.

2.1.2. Daur Hidup Manajemen Proyek

Menurut (Husen, A. 2009) daur hidup proyek (*Project Life Cycle*) merupakan kumpulan dari tahapan-tahapan proyek. Tahapan dari daur hidup proyek terdiri dari:

1. *Project Feasibility* yang terdiri dari tahap konsep dan pengembangan tahapan ini berfokus kepada perencanaan.
2. *Project Acquisition* yang terdiri dari tahap implementasi dan penyelesaian (*close out*) berfokus kepada penyampaian tugas yang akan dilaksanakan.

Sebuah proyek harus dapat menyelesaikan setiap tahapan sebelum melanjutkan ke tahapan berikutnya. Pendekatan daur hidup proyek menyediakan suatu *control* manajemen yang baik dan hubungan yang tepat terhadap operasi yang berjalan dalam organisasi.

2.1.3. Pengendalian Proyek

Pengendalian merupakan salah satu fungsi dari manajemen proyek yang bertujuan agar pekerjaan-pekerjaan dapat berjalan mencapai sasaran tanpa banyak penyimpangan. Pengendalian proyek adalah suatu usaha sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dengan standar, dan mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya yang digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran. Tantangan pada pelaksanaan proyek adalah bagaimana merencanakan jadwal waktu yang

efektif dan perencanaan biaya yang efisien tanpa mengurangi mutu. Waktu dan biaya merupakan dua hal penting dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi selain mutu, karena biaya yang akan dikeluarkan pada saat pelaksanaan sangat erat kaitannya dengan waktu pelaksanaan pekerjaan (Soeharto, I. 2002).

Proyek konstruksi memiliki karakteristik unik yang berulang. Proses yang terjadi pada suatu proyek tidak akan berulang pada proyek lainnya. Hal ini disebabkan oleh kondisi yang mempengaruhi proses suatu proyek konstruksi berbeda satu sama lain. Misalnya kondisi alam seperti perbedaan letak geografis, hujan, gempa dan keadaan tanah merupakan faktor yang turut mempengaruhi keunikan proyek konstruksi.

Pengendalian (*control*) diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan. Tiap pekerjaan yang dilaksanakan harus benar-benar diinspeksi dan dicek oleh pengawas lapangan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi atau belum. Misalnya pengangkutan bahan harus diatur dengan baik dan bahan-bahan yang dipesan harus diuji terlebih dahulu di masing-masing pabriknya. Dengan perencanaan dan pengendalian yang baik terhadap kegiatan-kegiatan yang ada, maka terjadinya keterlambatan jadwal yang mengakibatkan pembengkakan biaya dan proyek dapat dihindari. Untuk mengantisipasi terjadinya perubahan kondisi lapangan yang tidak pasti dan mengatasi kendala terbatasnya waktu manajemen dalam mengendalikan seluruh unsur pekerjaan proyek, maka diperlukan suatu konsep pengendalian yang efektif yang dikenal dengan nama *Management By Exception* (MBE). Teknik yang diterapkan MBE adalah dengan membandingkan antara perencanaan terhadap parameter proyek yang dapat diukur

setiap saat. Laporan hanya dilakukan pada saat- saat tertentu jika terdapat kejangalan atau performa tidak memenuhi standart (Husen, A. 2009).

Ada tiga penilaian terhadap mutu suatu proyek kontruksi, yang penilaian atas mutu fisik kontruksi, biaya dan waktu. Divisi pengendalian mutu fisik kontruksi terpisah dengan divisi pengendalian jadeal dan biaya. Pengendalian terhadap mutu fisik kontruksi dilakukan secara tersendiri oleh pengawas teknik melalui gambar-gambar rencana dan spesifikasi teknis. Pengendalian jadwal dan biaya dimasukkan dalam divisi manajemen proyek yang mencakup pemantauan kemajuan pekerjaan (*progress*), reduksi biaya, optimasi dan analisis (Husen, A. 2009).

2.1.4. Proses Pengendalian

Proses pengendalian berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik di dalam setiap tahap. Perencanaan dibuat sebagai bahan acuan bagi pelaksanaan pekerjaan. Bahan acuan tersebut selanjutnya akan menjadi standart pelaksanaan pada proyek yang bersangkutan, meliputi spesifikasi teknik, jadwal dan anggaran (Santosa, B. 2009).

Pemantauan harus dilakukan selama masa pelaksanaan proyek untuk mengetahui prestasi dan kemajuan yang telah dicapai. Informasi hasil pemantauan ini berguna sebagai menjadi bahan evaluasi performa yang telah dicapai pada saat pelaporan. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan kemajuan yang dicapai berdasarkan hadil pemantauan dengan *standart* yang telah dibuat berdasarkan perencanaan. Hasil evaluasi berguna untuk pengambilan tindakan yang akurat terhadap permasalahan-permasalahan yang timbul selama masa pelaksanaan. Berdasarkan hasil evaluasi ini pula tindak lanjut pelaksanaan

pekerjaan dapat diputuskan dengan tepat dengan melakukan koreksi terhadap performa yang telah dicapai.

2.1.5. Durasi proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek (Maharany dan Fajarwati, 2006). Menjelaskan bahwa faktor yang berpengaruh dalam menentukan durasi pekerjaan adalah volume pekerjaan, metode kerja (*construction method*), keadaan lapangan, serta keterampilan tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan proyek

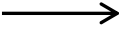

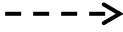
2.2. Jaringan kerja

Network planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Jaringan kerja merupakan penyempurnaan dari metode bagan balok. Pada jaringan kerja, telah terjawab pertanyaan-pertanyaan seperti seberapa lama kurun waktu penyelesaian proyek tercepat, kegiatan mana yang bersifat kritis dan nonkritis.

2.2.1. Metode *Activity On Arrow*

Untuk membentuk gambar dari rencana jaringan kerja digunakan simbol-simbol:

- a.  (anak panah/busur) Anak panah mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan disini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resources (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahawa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini samasekali tidak mempunyai arti. Jadi, tidak perlu menggunakan skala.
- b.  (lingkaran kecil/simpul/node), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (*event*) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatankegiatan yang berawal dari suatu kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.
- c.  (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau *dummy activity*. Setiap anak panah memiliki peran ganda dalam mewakili

kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. *Dummy* disini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy ini juga tidak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.

d.  (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

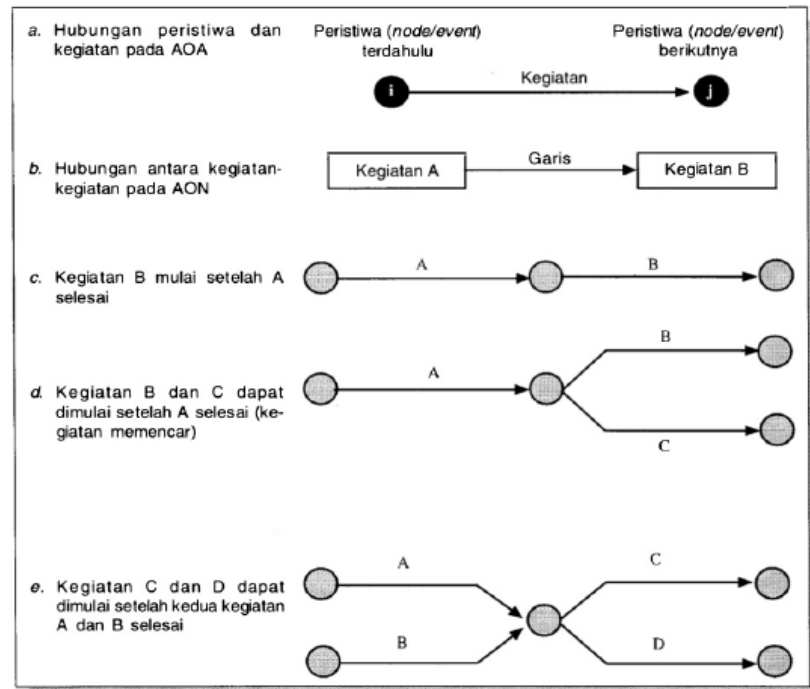
Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun,2005):

1. Diantara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
2. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
3. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
4. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*intial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminal event*).

2.2.2. Network Diagram Activity On Arrow

Kegiatan pada anak panah, atau *activity on arrow* (AOA). Disini kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Ekor anak panah merupakan awal dan ujungnya sebagai

akhir kegiatan. Nama dan kurun waktu kegiatan berturut-turut ditulis di atas dandi bawah anak panah, seperti terlihat pada Gambar 2.2. berikut.



Gambar 2.1. Tanda atau Simbol dalam Membuat Jaringan Kerja

2.2.3. Network Diagram Activity On Node

Telah disinggung bahwa di samping bentuk AOA juga dikenal AON atau kegiatan berada di *node* (*activity on node*). Metode preseden diagram (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON. Di sini kegiatan dituliskan di dalam *node* yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk hubungan antar kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian *dummy* yang dalam CPM dan PERT merupakan tanda yang penting untuk menunjukkan hubungan ketergantungan. Pada PDM *dummy* digunakan dalam kegiatan yang tidak mempunyai *predecessor*, agar hubungan

kegiatan tersebut tetap terikat maka dibuatkan dummy finish dan dummy start. Karena PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM (kegiatan boleh dimulai setelah kegiatan yang mendahuluinya selesai), maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain (Soeharto, I. 2002).

Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Karena setiap konstrain memiliki 2 ujung awal (ES = *Early Start dan Lastest Start*) dan 2 ujung akhir (EF = *Early Finish dan LF = Lastest Finish*), ada 4 macam konstrain (Husen, 2009) yaitu:

1. *Finish to Start (FS)* adalah kondisi dimana mulainya suatu kegiatan bergantung pada selesainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu mendahului atau *lead Start to Start (SS)* adalah kondisi dimana mulainya suatu kegiatan tergantung pada mulainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu tunggu atau *lag*.
2. *Finish to Finish (FF)* adalah kondisi dimana mulainya kegiatan tergantung pada selesainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu mendahului atau *lead*.
3. *Start to Finish (SF)* adalah kondisi dimana selesainya suatu pekerjaan bergantung pada mulainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu tunggu *lag* Dengan adanya parameter yang bertambah (konstrain), perhitungan untuk mengidentifikasi jalur kritis akan jadi lebih kompleks karena semakin banyak faktor yang perlu diperhatikan. Jalur dan kegiatan kritis memiliki sifat sama seperti CPM/AOA, yaitu:

- a. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama $ES = EF$

- b. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama $EF = LF$
- c. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal $LF - ES = D$
- d. Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis. Total Float = 0

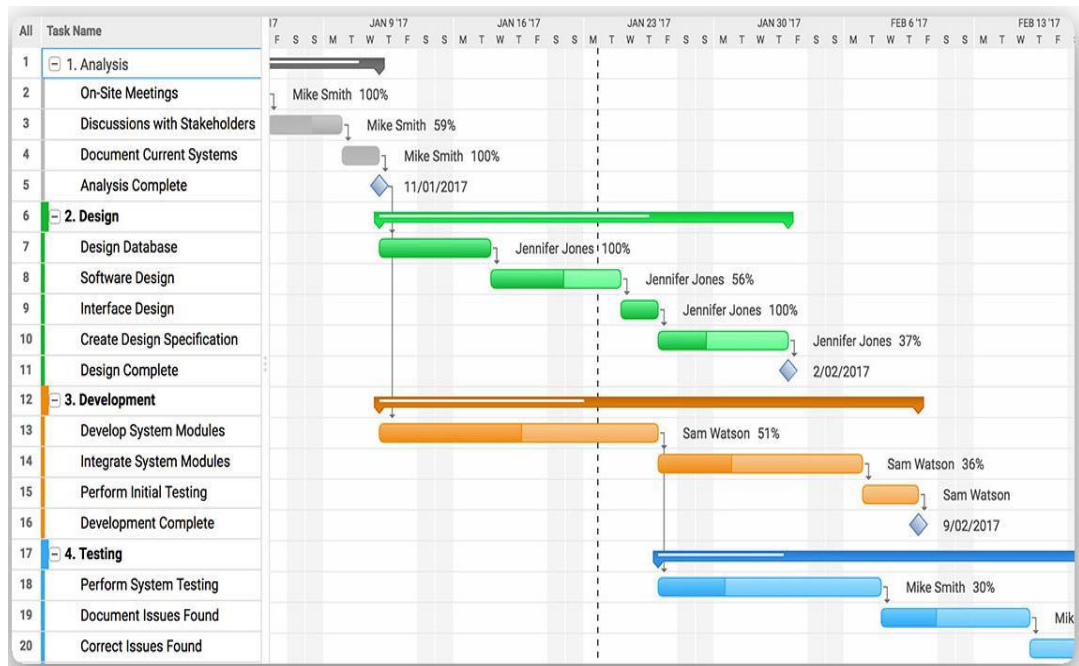


Gambar 2.2. Denah yang Lazim pada Node

2.2.4. Bar Chart

Diagram Balok (*Bar Chart*) sering disebut *Gantt Chart* sesuai dengan nama penciptanya yaitu Henry L. Gantt. Dalam diagram balok, kegiatan digambarkan dengan balok horizontal. Panjang balok menyatakan lama kegiatan dalam skala waktu yang dipilih. Digambarkan balok-balok berpasangan, satu untuk rencana dan yang satu untuk realisasi. Keuntungan lainnya adalah dapat dipakai untuk menunjukkan jadwal departemen atau individual secara terpisah. Oleh karena itu diagram *Gantt* memfokuskan hanya pada jadwal, maka mengakibatkan kelemahan dalam penyediaan informasi mengenai:

1. Penggunaan sumber daya secara efisien
2. Tahapan pra pelaksanaan di lapangan
3. Detail kemajuan pekerjaan (pada waktu pelaksanaan)

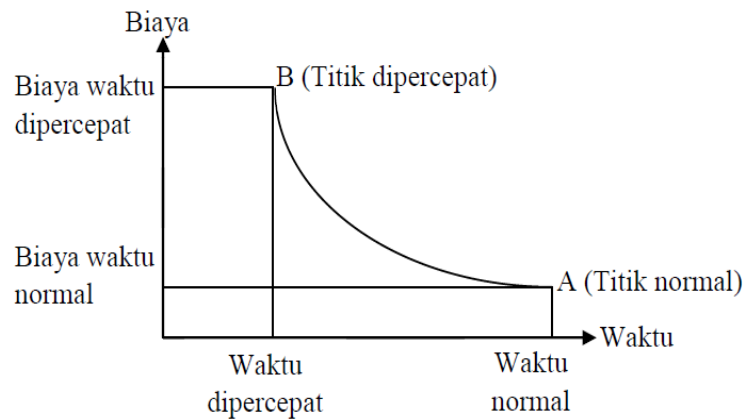


(Sumber : Soeharto, I. 2002).

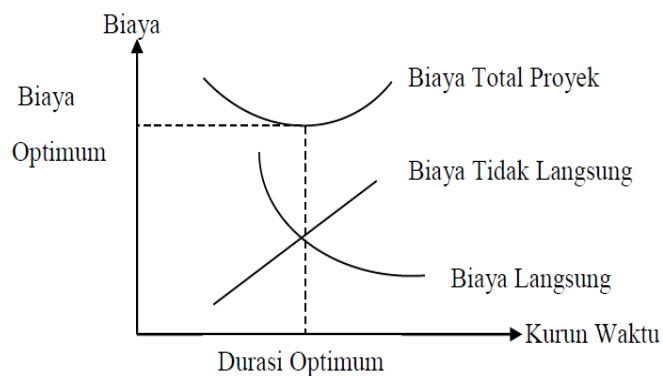
Gambar 2.3. Bar Chart atau *Gantt Chart*

2.3 Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat bergantung dari waktu penyelesaian proyek. Berikut Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan dan hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung yang dapat dilihat pada gambar berikut (Soeharto, I. 2002).



Gambar 2.4. Grafik Hubungan Waktu-Biaya Normal Dan Dipercepat Suatu Kegiatan



Gambar 2.5. Grafik Hubungan Waktu Dengan Biaya Total, Biaya Langsung, Dan Biaya Tak Langsung

Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 2.4. Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan antar titik tersebut disebut dengan kurva waktu biaya. Gambar 2.4 memperlihatkan bahwa semakin besar penambahan jumlah jam kerja (lembur) maka akan semakin cepat waktu penyelesaian proyek, akan tetapi sebagai konsekuensinya maka terjadi biaya tambahan yang harus dikeluarkan akan semakin besar. Gambar 2.6. menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik

dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.

2.4 Lintasan kritis

Dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses *two-pass*, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass*. Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama (Heizer, dkk, 2005). Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal. Manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut : Badri (1997).

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- c. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan crash program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.

- d. *Time slack* atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

2.5 *Critical Path Method (CPM)*

Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method - CPM*), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan (Levin dkk, 1972).

Metode CPM ini sangat bermanfaat pada perencanaan dan pelaksanaan pengawasan pembangunan suatu proyek. Berbagai masalah yang dapat diatasi menggunakan metode lintasan kritis, sehingga sistem ini menjadi metode yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. *Critical Path Method (CPM)* merupakan model kegiatan proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan. Kegiatan yang digambarkan sebagai titik pada jaringan dan peristiwa yang menandakan awal atau akhir dari kegiatan digambarkan sebagai busur atau garis antara titik. Dengan metode CPM, penyusunan jaringan kerja diidentifikasi ke arah kegiatan serta menggunakan "*simple time estimates*" sebagai waktu pelaksanaan. Teknik ini dianggap mempunyai dasar yang lebih kuat sebagai landasan saat memprediksi waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan setiap kegiatan. Di samping itu di dalam proses perencanaan dan pengawasan dengan sistem ini turut diperhitungkan dan

dimasukkan konsep biaya yang lebih mendetail sehingga memungkinkan pelaksanaan pembangunan proyek lebih singkat dan ekonomis.

Critical Path Method (CPM) atau metode jalur kritis (MJK) merupakan diagram kerja yang memandang waktu pelaksanaan kegiatan yang ada dalam jaringan bersifat unik (tunggal) dan deterministik (pasti), dan dapat diprediksi karena ada pengalaman mengerjakan pekerjaan yang sama pada proyek sebelumnya. Jadi pada metode CPM terdapat dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap kegiatan yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan tersebut adalah perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya normal (*normal estimate*) dan perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya dipercepat (*crash estimate*). Dalam menentukan perkiraan waktu penyelesaian akan dikenal istilah jalur kritis, jalur yang memiliki rangkaian-rangkaian kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Sehingga dapat dikatakan bahwa jalur kritis berisikan kegiatan-kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur. Seorang manajer proyek harus mampu mengidentifikasi jalur kritis dengan baik, sebab pada jalur ini terdapat kegiatan yang jika pelaksanaannya terlambat maka akan mengakibatkan keterlambatan seluruh proyek. Menurut Arman Hakim Nasution (2006 : 352), terdapat empat simbol yang biasa dipergunakan, yaitu:

- a. ES (*Earliest Start Time*) = waktu mulai paling awal dari suatu kegiatan. Asumsi : seluruh kegiatan pendahuluan dimulai dengan ES.
- b. EF (*Earliest Finish Time*) = waktu penyelesaian kegiatan paling awal. Asumsi : saat mulainya kegiatan mengikuti ES dan

membutuhkan lama waktu perkiraan kegiatan t sehingga $EF = ES + t$

- c. LF (*Latest Finish Time*) = waktu penyelesaian kegiatan paling lambat tanpa harus menunda atau memundurkan proyek.
Asumsi : seluruh kegiatan pengikut menjalankan lama waktu kegiatan perkiraan masing-masing
- d. LS (*Latest Start Time*) = waktu mulai kegiatan paling lambat tanpa harus menunda atau memundurkan proyek sehingga $LS = LF - t$. Proses perhitungan ES dan EF melibatkan perhitungan dalam urutan dari kiri ke kanan pada network diagram, dikenal sebagai perhitungan maju. Apabila terdapat lebih dari satu anak panah yang menuju suatu simpul (node), maka diambil nilai ES yang terbesar. Sedangkan proses perhitungan LS dan LF merupakan kebalikan dari perhitungan maju, dimulai dari simpul terakhir dengan nilai = Tg (*expected mean time of critical path*) atau jumlah dari waktu-waktu kegiatan pada lintasan kritis menuju ke simpul pertama. Apabila terdapat simpul yang ditinggalkan oleh lebih dari satu anak panah, maka diambil nilai LS yang terkecil.

2.5.1 Perhitungan Maju

Hitungan maju adalah cara perhitungan waktu awal mulai sebuah proyek yang tercepat sampai selesainya proyek dengan waktu yang tercepat atau simbol yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu, ES_i , ES_j , dan D (Sugiyarto dkk, 2013). Aturan yang digunakan dalam perhitungan maju adalah:

- 1) Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai setelah kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) sudah dilaksanakan.
- 2) Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan yang menjadi satu jalur, maka Efj (kegiatan selesai paling cepat) tersebut adalah ESi (kegiatan mulai paling cepat) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

2.5.2 Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur adalah cara mengetahui waktu paling akhir sebuah kegiatan untuk dimulai hingga selesai nya kegiatan tersebut dengan waktu paling lama (Sugiyarto dkk, 2013). Hitungan mundur dimulai dari paling kanan (kegiatan akhir dari sebuah proyek). Aturan dalam hitungan mundur adalah:

- 1) Bila hanya ada satu kegiatan yang keluar dari peristiwa, maka waktu paling akhir dikurangi dengan kurun waktu kegiatannya.
- 2) Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih yang mengikuti, maka Lsi (waktu paling lama kegiatan dilaksanakan) kegiatan tersebut adalah LFj (waktu paling lama kegiatan selesai) yang terkecil dari kegiatan terdahulu nya.

2.5.3 Menghitung waktu Slack/ Float dan Mengidentifikasi Jalur Kritis

Waktu slack atau waktu bebas ialah waktu yang dimiliki oleh setiap kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan. Secara matematis (Heizer dkk, 2014) :

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} \text{ atau } \text{Slack} = \text{LF} - \text{EF}$$

Ada dua tipe *float* (Heizer dkk, 2014):

1. *Free float* adalah lamanya suatu tugas dapat mundur tanpa menunda tugas berikutnya.
2. *Total float* adalah lamanya suatu tugas dapat mundur tanpa menunda seluruh proyek.

Jalur Kritis adalah jalur yang melewati aktivitas dimana Total Float = Free Float = 0, artinya jalur dimana setiap aktivitas tidak memiliki waktu kelonggaran, baik total float maupun free float

2.5.4 Teknik Menghitung Critical path method

Langkah-langkah dalam penjadwalan produksi pembuatan kapal menggunakan metode CPM adalah sebagai berikut : Angelin (2018)

- 1) Tentukan rincian kegiatan Dari rincian kegiatan yang harus dilakukan dalam sebuah aktivitas pekerjaan, tambahkan informasi durasi dan identifikasi prasyarat kegiatan sebelumnya yang harus terselesaikan terlebih dahulu.
- 2) Tentukan urutan kegiatan dan gambarkan dalam bentuk jaringan Beberapa kegiatan akan dapat dimulai dengan sangat tergantung pada penyelesaian kegiatan lain. Relasi antar kegiatan ini harus diidentifikasi dan digambarkan secara berurutan dalam bentuk titik dan busur.
- 3) Susun perkiraan waktu penyelesaian untuk masing-masing kegiatan Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan dapat diestimasi menggunakan pengalaman masa lalu atau perkiraan dari para praktisi. CPM tidak memperhitungkan variasi waktu penyelesaian, sehingga hanya

waktu perkiraan yang akan digunakan untuk memperhitungkan waktu setiap kegiatan.

- 4) Identifikasi jalur kritis Jalur kritis adalah jalur yang memiliki durasi terpanjang melalui jaringan. Arti penting dari jalur kritis adalah bahwa jika kegiatan yang terletak pada jalur kritis tersebut tertunda, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan otomatis juga akan tertunda. Pada jalur selain jalur kritis, akan ditemui waktu longgar/waktu toleransi (slack time) yaitu sejumlah waktu kegiatan dapat ditunda tanpa menunda penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- 5) Update Diagram CPM Pada saat proyek berlangsung, waktu penyelesaian kegiatan dapat diperbarui sesuai dengan diperolehnya informasi dan asumsi baru. Sebuah jalur kritis baru mungkin akan muncul, dan perubahan bentuk jaringan sangat mungkin harus dilakukan.

2.6. POM-QM For Windows

POM-QM adalah perangkat lunak yang biasa digunakan pada bidang manajemen operasional, metode kuantitatif atau riset operasi POM-QM dirancang untuk membantu dalam mempelajari dan memahami permasalahan pada bidang operasional. Perangkat ini dapat digunakan baik untuk memecahkan masalah atau untuk memeriksa jawaban yang telah diselesaikan secara manual. POM-QM berisi sejumlah model dan sebagian besar masalah yang ada pada bidang operasional. POM-QM memiliki banyak fitur-fitur di dalamnya dan memiliki kegunaan masing-masing fitur. Perangkat lunak ini *user friendly* dalam penggunaannya

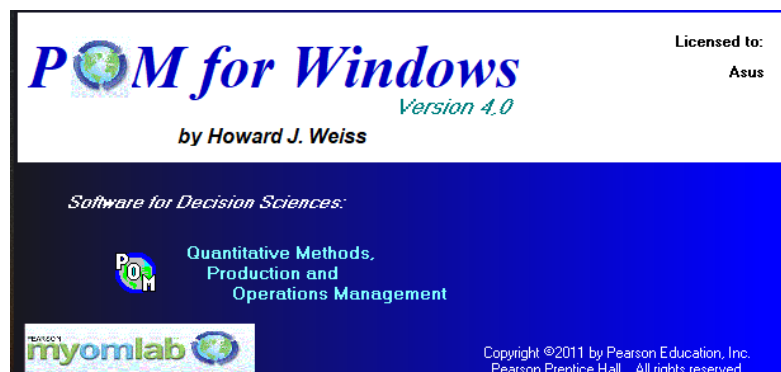
untuk membantu proses perhitungan secara teknis pengambilan keputusan secara kuantitatif. Langkah-langkah dalam menggunakan POM-QM adalah sebagai berikut: (Weiss, dkk. 2005)

- 1) Bila program telah ter-install, kita dalam mulai menggunakan POM-QM *for Windows*. Klik logo windows lalu pilih POM-QM *for Windows*.



Gambar 2.6 Icon Awal POM-QM *for Windows*

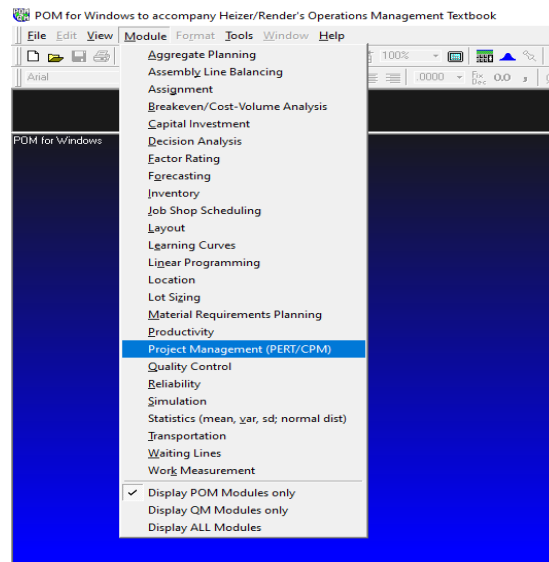
Akan muncul tampilan pembuka seperti tampak berikut. Tunggu hingga usai *loading*.



Gambar 2.7 Tampilan Pembuka POM-QM *for windows*

2. Selanjutnya akan muncul halaman awal atau interface program POM-QM *for Windows* dapat dilihat pada tampilan berikut. Selain toolbar yang

khas, program ini juga langsung memperlihatkan modul-modul yang terdapat pada POM-QM *for Windows*.



Gambar 2.8 Tampilan pilihan Modul POM-QM *for windows*

2.7. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1. Posisi Terdahulu

No	Peneliti	Judul penelitian	Metode	Persamaan	Perbedaan
1	Muhammad Rizki Ridho dan Syahrizal 2014	Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek Dengan Menggunakan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan Di Jl. Gaperta Medan, Sumatera Utara	CPM dan PERT	Samasama menggunakan dua metode proyek yaitu CPM dan PERT.	Bedanya terdapat hitungan biaya tambahan pekerja (crash cost) dan hubungan antara biaya dan waktu.
2	Junafuji Oka dan Dwi Kartikasari 2017	Evaluasi Manajemen Waktu Proyek Menggunakan Metode PERT dan CPM Pada Pengerjaan “Proyek Reparasi Crane Lampson” di PT MCDermott Indonesia.	PERT dan CPM	Menggunakan metode yang sama yaitu CPM dan PERT.	Tidak menggunakan program Ms. Project.
3	Dadang Syarif Sihabudin Sahid 2012	Implementasi Critical Path Method dan PERT Pada Proyek Global Technology for Local Community	CPM dan PERT	Menggunakan dua metode yaitu CPM dan PERT.	Menggunakan pengolahan aplikasi WinQSB
4	Ajila farjan 2022	Penentuan jaringan kerja optimal pada pembuatan kapal penangkapan ikan tradisional menggunakan metode <i>critical path method</i> (cpm)	CPM	Dalam pelaksanaan proyek samasama mengalami keterlambatan penyelesaian proyek.	Hanya menggunakan satu metode yaitu CPM

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di CV. Wahana Karya yang terletak di Desa Pasi Pinang, Kecamatan Meurebo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh.



Sumber : *google maps* 2021

Gambar 3.1. Peta Lokasi Galangan Kapal CV. Wahana Karya

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini direncanakan 4 (Empat) bulan, timeline penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

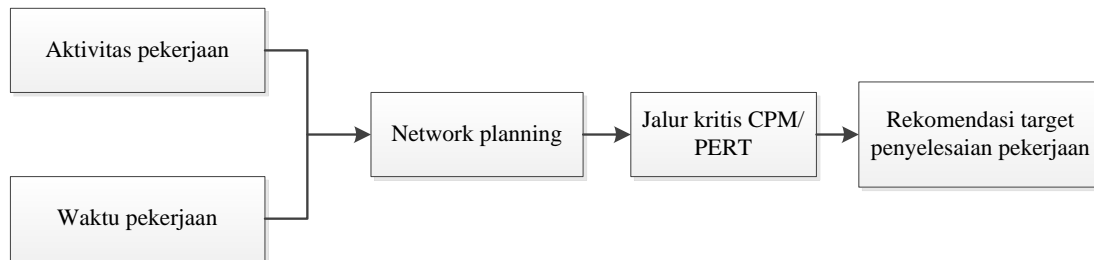
3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif dilakukan dengan meneliti analisa waktu dan biaya pada suatu obyek. Pada penelitian deskriptif ini, pengumpulan datanya didapatkan dari hasil observasi, penelitian kepustakaan dan penelitian lapangan yang berupa wawancara dari sumber-sumber yang telah dipastikan mengetahui informasi yang dibutuhkan oleh peneliti ataupun pengamatan langsung terhadap keadaan yang sebenarnya dalam perusahaan. Informan terpilih yaitu stakeholders yang memangku kepentingan yang melaksanakan, dan yang mengetahui mendalam mengenai proses produksi di Galangan Kapal di CV. Wahana Karya, kondisi proses produksi yang sudah ada akan dianalisis dan dicari rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan produktivitas sistem produksi dan mengurangi waste pada proses produksi.

3.3. Kerangka konseptual

Kerangka konseptual penelitian adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep yang lainnya dari masalah yang ingin diteliti. Kerangka konsep ini gunanya untuk menghubungkan atau menjelaskan secara panjang lebar tentang suatu topik yang akan dibahas. Kerangka ini didapatkan dari konsep ilmu / teori yang dipakai sebagai landasan penelitian yang didapatkan pada tinjauan pustaka atau kalau boleh dikatakan oleh peneliti merupakan ringkasan dari tinjauan pustaka yang dihubungkan dengan garis sesuai variabel yang diteliti. Kerangka konsep merupakan susunan konstruksi logika yang diatur dalam rangka menjelaskan variabel yang diteliti. Dimana kerangka ini dirumuskan untuk menjelaskan konstruksi aliran

logika untuk tmengkaji secara sistematis kenyataan empirik. Berikut kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Kerangka Konseptual

3.4. Sumber Data

Data yang diambil dalam penelitian ini merupakan dua jenis data meliputi data primer dan sekunder.

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung dilapangan oleh orang yang melakukan penelitian. Data primer disebut juga data yang diperoleh langsung dari objek penelitian yang berasal dari hasil observasi. Berikut ini data data primer yang di peroleh berasal dari pembuatan kapal di CV. Wahana Karya.

- a. Data aktivitas pekerjaan
- b. Data waktu pekerjaan.
- c. Data biaya dan jumlah tenaga kerja

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti sebagai penunjang dari sumber pertama. Dapat juga dikatakan data yang tersusun dalam bentuk dokumen-dokumen. Dalam penelitian ini, yang menjadi sumber data sekunder adalah artikel, jurnal dan literature yang terkait.

3.5. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data peneliti menggunakan langkah-langkah berikut ini untuk memperoleh data yang dibutuhkan yaitu :

1. Observasi dilakukan selama penelitian di tempat produksi
2. Wawancara dilakukan dengan pekerja serta pemilik perusahaan pembuatan kapal yang terlibat langsung dengan proses produksi.

3.5.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi literatur, yaitu sebagai suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan jalan mempelajari literatur serta membaca sumber data informasi lainnya yang berhubungan dengan pembahasan. Teori-teori yang dipelajari pada penelitian ini adalah mengenai metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM).

2. Studi Lapangan

Studi lapangan ini dilakukan oleh peneliti agar teori yang sudah dipelajari dari studi literature dan studi kepustakaan dapat diaplikasikan. Adapun cara pengumpulan data dengan metode studi lapangan adalah sebagai berikut :

- a. Wawancara
- b. Observasi
- c. Dokumentasi

3.5.2. Metode Pengolahan Data

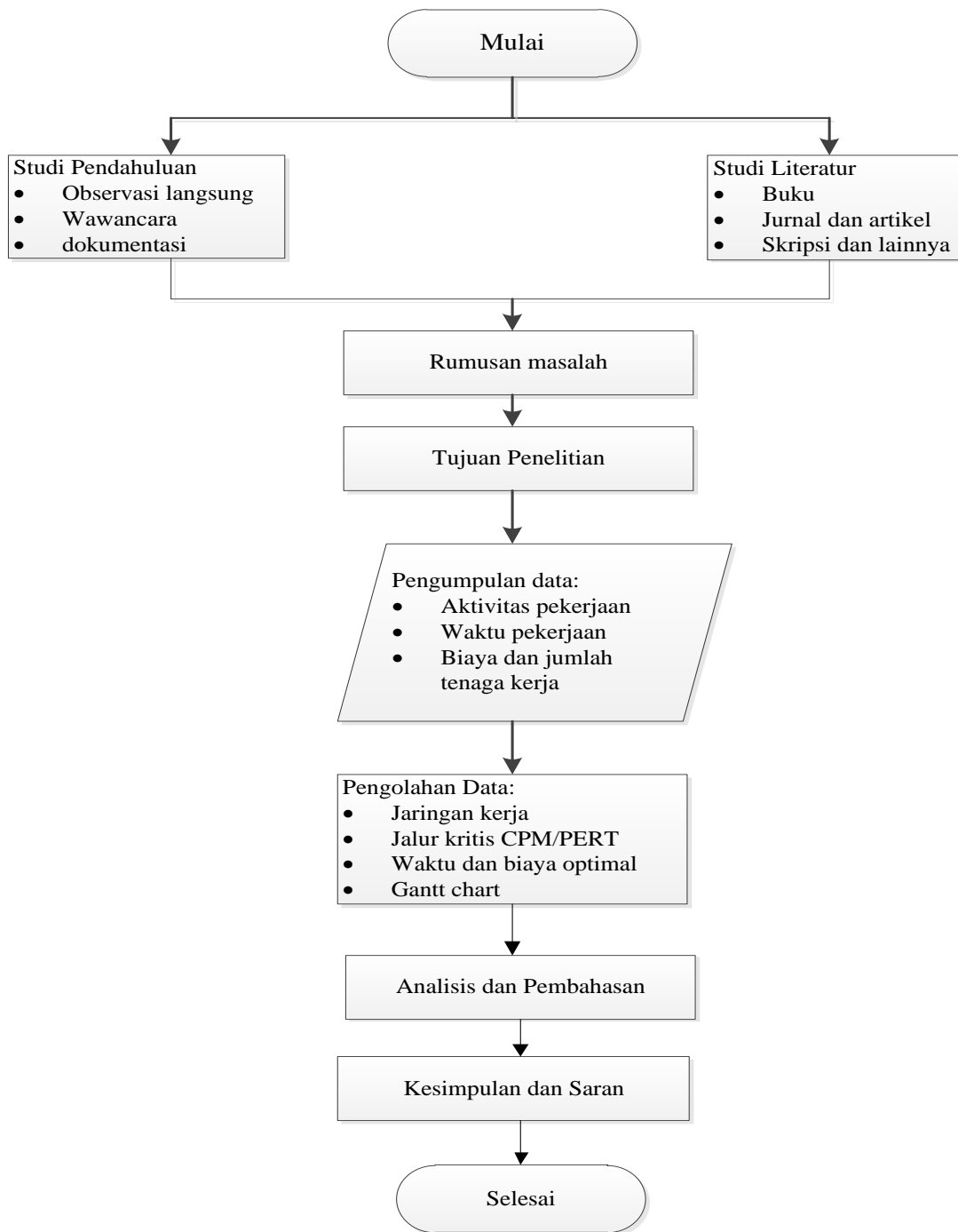
Pengolahan data ini untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan: Analisis penelitian ini dengan menggunakan Metode PERT dan CPM dalam menentukan waktu dan biaya penyelesaian proyek. Sistematisa proses PERT dan CPM sebagai berikut

1. Identifikasi dan analisis jaringan kerja dengan metode PERT dan CPM.
2. Menghitung ES dan EF, dengan perhitungan maju, LS, dan LF dengan menggunakan perhitungan mundur.
3. Menentukan lintasan kritis dari jaringan kerja yang telah dilakukan penghitungan ES, EF, LS dan LF dengan mempertimbangkan berdasarkan syarat yang ditentukan.
4. Selanjutnya menghitung waktu penjadwalan dan biaya normal dan dipercepat dari penyelesaian proyek.

5. Rekomendasi Target Penyelesaian Pekerjaan (*Gantt Chart*).

3.6. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan berbagai langkah kerja yang sistematis sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Langkah kerja penelitian merupakan serangkaian prosedur dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian yang terstruktur secara sistematis dan terarah agar tujuan dari penelitian bisa tercapai dengan baik. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini dilihat dalam *flowchart* penelitian berikut ini:



Gambar 3.3. Rancangan Penelitian

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan teknik atau cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data, sehingga dapat memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian.

4.1.1. Data Aktivitas Pekerjaan

Pengambilan data dalam melaksanakan penjadwalan produksi pembuatan kapal 3GT, data penjadwalan produksi harus dibuat secara terperinci mungkin untuk memudahkan menetapkan jangka waktu kegiatan pembuat kapal harus diselesaikan. Seluruh data yang digunakan adalah seluruh kegiatan pekerjaan, waktu, tenaga kerja dan biaya tenaga kerja dalam proses pembuatan kapal di CV. Wahana Karya untuk penjadwalan produksi yang kemudian data tersebut digunakan dalam diagram jaringan kerja. Dalam membuat laporan hasil pekerjaan pembuatan kapal, data diperoleh dari pengamatan langsung serta wawancara dengan pemilik dan pekerja. Pedoman dalam proses pengontrolan produksi jadwal pembuatan kapal, digunakan untuk membuat jadwal rencana yang dibuat dengan metode PERT CPM. Berikut adalah data durasi pekerjaan, waktu, tenaga kerja dan biaya tenaga kerja pembuatan kapal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, berikut ini merupakan durasi pekerjaan beserta waktu pekerjaan pembuatan kapal pada Tabel 4.1. sebagai berikut.

Tabel 4.1 Durasi pekerjaan, waktu pekerjaan, tenaga kerja dan biaya tenaga kerja

No	Aktivitas	Waktu Normal			Waktu Cepat		
		Jam	Tenaga Kerja	Biaya Tenaga Kerja	jam	Tenaga Kerja	Biaya Tenaga Kerja
1	Pembuatan lunas	8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
2	Pembuatan linggi haluan	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
3	Pembuatan linggi buritan	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
4	Pemasangan papan lambung bawah	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
5	Pemasangan gading-gading dasar	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
6	Pemasangan gading-gading tajuk	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
7	Pemasangan pisang-pisang	8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
8	Pemasangan papan lambung	32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
9	Pemasangan gading-gading tajuk lanjutan	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
10	Pembuatan naga-naga	32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
11	Pemasangan bantalan dek	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
12	Pemasangan papan lantai dek	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
13	Pembuatan bangku mesin	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
14	Pembuatan tiang rumah kapal	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
15	Pembuatan bantalan gladak	8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
16	Pemasangan papan rumah kapal	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
17	Pemakuan papan bantalan gladak	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
18	Pemasangan papan kamar mesin	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
19	Pemakalan pori-pori sambungan papan	32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
20	Pendamaran pori sambungan papan	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
21	Pemasangan baut papan lambung	32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
22	Pengaspalan pori sambungan papan	8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
23	Pemasangan lapisan terpal plastic	8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
24	Pemasangan lapisan seng aluminium	32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
25	Pengecatan	24	3	900 Ribu	8	9	900 Ribu
26	Pemasangan mesin	16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu

Sumber: Pengumpulan Data 2022

Durasi pekerjaan yang dilakukan pada produksi pembuatan kapal dari awal pembuatan lunas sampai proses pemasangan mesin Dalam proses produksi

pembuatan kapal, perusahaan berpedoman pada perencanaan yang telah disusun berdasarkan kegiatan-kegiatan. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, diketahui waktu penyelesaian pembuatan kapal yang dilakukan pada bulan november 2021 sampai januari 2022 adalah 58 Hari.

4.2. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data yang diinginkan yaitu data aktivitas pekerjaan produksi pembuatan kapal , maka selanjutnya diharapkan data dapat diolah sehingga dapat mengetahui perhitungan penjadwalan produksi pembuatan kapal.

4.2.1. Hubungan keterkaitan antar pekerjaan

Dalam menganalisis CPM, diperlukan suatu hubungan keterkaitan antar pekerjaan untuk mengetahui hubungan aktivitas sebelumnya ke aktivitas berikutnya. Suatu kegiatan berkemungkinan untuk memiliki banyak kegiatan pendahulu (*Predecessor*) dan banyak kegiatan yang mengikuti (*Successor*). Berikut adalah Urutan kegiatan yang sesuai dengan hubungan ketergantungan pada Produksi kapal di CV. Wahana Karya.

Tabel 4.2. Hubungan keterkaitan antar pekerjaan

No	Aktivitas	Kode	Kegiatan Pendahuluan	Durasi (jam)
1	Pembuatan lunas	A		8
2	Pembuatan linggi haluan	B	A	16
3	Pembuatan linggi buritan	C	A	16
4	Pemasangan papan lambung bawah	D	A , B	16
5	Pemasangan gading-gading dasar	E	D	16
6	Pemasangan gading-gading tajuk	F	E	16
7	Pemasangan pisang-pisang	G	E, F	8
8	Pemasangan papan lambung	H	D	32
9	Pemasangan gading-gading tajuk lanjutan	I	H	16
10	Pembuatan naga-naga	J	E, F	32
11	Pemasangan bantalan dek	K	J	16
12	Pemasangan papan lantai dek	L	K	16
13	Pembuatan bangku mesin	M	L	16
14	Pembuatan tiang rumah kapal	N	M	16
15	Pembuatan bantalan gladak	O	N	8
16	Pemasangan papan rumah kapal	P	O	16
17	Pemakuan papan bantalan gladak	Q	P	16
18	Pemasangan papan kamar mesin	R	Q	16
19	Pemakalan pori-pori sambungan papan	S	R	32
20	Pendamaran pori sambungan papan	T	S	16
21	Pemasangan baut papan lambung	U	T	32
22	Pengaspalan pori sambungan papan	V	U	8

23	Pemasangan lapisan terpal plastic	W	V	8
24	Pemasangan lapisan seng aluminium	X	W	32
25	Pengecatan	Y	X	24
26	Pemasangan mesin	Z	Y	16
Jumlah				19

Sumber: Pengolahan Data 2022

Berdasarkan Tabel 4.2 setiap durasi pekerjaan diberikan kode kemudian dihubungkan keterkaitan antar pekerjaan sebelumnya sehingga memudahkan untuk membuat jaringan (*network*). untuk menentukan *Earliest Start time* (ES), *Earliest Finish time* (EF), *Latest Start time* (ES), dan *Latest Finish time* (LF) dengan cara perhitungan maju (*Forward Computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*), sehingga dari perhitungan maju dan mundur bisa diketahui lintasan mana saja yang terdapat kegiatan kritis.

4.2.2 Menentukan Waktu Penyelesaian Produksi

Untuk menentukan waktu Penyelesaian produksi diperlukan beberapa perhitungan yaitu :

- a. ES (*Earliest Start*) Waktu mulai paling awal dari aktivitas.
- b. EF (*Earliest finish*) Waktu Selesai paling awal suatu aktivitas. EF suatu aktivitas terdahulu = ES aktivitas berikutnya
- c. LS (*Latest start*) Waktu paling lambat aktivitas boleh dimulai tanpa memperlambat produksi secara keseluruhan.

- d. LF (*Latest finish*) Waktu paling lambat aktivitas diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian produksi.
- e. T (*Duration*) Durasi waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

4.2.3. Perhitungan Maju (Forward Pass)

Perhitungan Maju adalah cara perhitungan yang dimulai dari Start (*Initial Event*) menuju Finish (*Terminal Event*) yang digunakan untuk menghitung waktu penyelesaian penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF) dan waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES). Dimana EF didapatkan dari penjumlahan antara ES dan Durasi.dengan rumus : $EF = ES + \text{Waktu aktivitas}$

Tabel 4.3. Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

No	Jenis Kegiatan	Durasi (Jam)	Kode	Aktivitas Pendahuluan	Es	Ef
1	Pembuatan lunas	8	A		0	8
2	Pembuatan linggi haluan	16	B	A	8	24
3	Pembuatan linggi buritan	16	C	A	8	24
4	Pemasangan papan lambung bawah	16	D	A , B	24	40
5	Pemasangan gading-gading dasar	16	E	D	40	56
6	Pemasangan gading-gading tajuk	16	F	E	56	72
7	Pemasangan pisang-pisang	8	G	E, F	72	80
8	Pemasangan papan lambung	32	H	D	40	72
9	Pemasangan gading-gading tajuk lanjutan	16	I	H	72	88
10	Pembuatan naga-naga	32	J	E, F	72	104
11	Pemasangan bantalan dek	16	K	J	104	120
12	Pemasangan papan lantai dek	16	L	K	120	136
13	Pembuatan bangku mesin	16	M	L	136	152
14	Pembuatan tiang rumah kapal	16	N	M	152	168
15	Pembuatan bantalan gladak	8	O	N	168	176
16	Pemasangan papan rumah kapal	16	P	O	176	192
17	Pemakuan papan bantalan gladak	16	Q	P	192	208
18	Pemasangan papan kamar mesin	16	R	Q	208	224
19	Pemakalan pori-pori sambungan papan	32	S	R	192	224

Tabel 4.3. Perhitungan Maju (*Forward Pass*) (*Lanjutan*)

No	Jenis Kegiatan	Durasi (Jam)	Kode	Aktivitas Pendahuluan	Es	Ef
20	Pendamaran pori sambungan papan	16	T	S	224	240
21	Pemasangan baut papan lambung	32	U	T	240	272
22	Pengaspalan pori sambungan papan	8	V	U	272	280
23	Pemasangan lapisan terpal plastic	8	W	V	280	288
24	Pemasangan lapisan seng aluminium	32	X	W	288	320
25	Pengecatan	24	Y	X	320	344
26	Pemasangan mesin	16	Z	Y	344	360
20	Pendamaran pori sambungan papan	16	T	S	224	240
21	Pemasangan baut papan lambung	32	U	T	240	272
22	Pengaspalan pori sambungan papan	8	V	U	272	280

Sumber : CV. Wahana Karya

Berdasarkan Tabel 4.3 Perhitungan maju digunakan untuk mengidentifikasi waktu-waktu terdahulu. Sebelum suatu aktivitas dapat dimulai, semua pendahulu langsungnya harus diselesaikan. Jika suatu aktivitas hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES-nya sama dengan EF dari pendahulunya. Jika suatu aktivitas mempunyai beberapa pendahulu langsung, ES-nya adalah nilai maksimum dari semua EF pendahulunya. Saat selesai paling awal sebuah kegiatan dengan menjumlahkan saat mulai paling awal dan lama kegiatan bersangkutan. Waktu selesai terdahulu atau paling cepat selesai (EF) dari suatu aktivitas adalah jumlah dari

waktu mulai terdahulu atau paling cepat mulai (ES) dan waktu kegiatannya..
contohnya

Kegiatan A, Nilai ES = 0, karena tidak ada kegiatan yang mendahuluiya.

Nilai EF = Durasi + ES = 1 + 0 = 1

4.2.4. Perhitungan Mundur (*Forward Pass*)

Perhitungan Mundur adalah perhitungan dari Finish menuju Start untuk mengetahui waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF) dan waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dimana LS didapatkan dari pengurangan antara LF dan Durasi. Dengan rumus $LS = 0$

$$LF = LS + \text{Durasi}$$

Tabel 4.4. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

No	Jenis Kegiatan	Durasi (Jam)	Kode	Aktivitas Pendahuluan	ES	EF	LS	LF
1	Pembuatan lunas	8	A		0	8	0	8
2	Pembuatan linggi haluan	16	B	A	8	24	8	24
3	Pembuatan linggi buritan	16	C	A	8	24	344	360
4	Pemasangan papan lambung bawah	16	D	A, B	24	40	24	40
5	Pemasangan gading-gading dasar	16	E	D	40	56	40	56
6	Pemasangan gading-gading tajuk	16	F	E	56	72	56	72
7	Pemasangan pisang-pisang	8	G	E, F	72	80	352	360
8	Pemasangan papan lambung	32	H	D	40	72	312	344
9	Pemasangan gading-gading tajuk lanjutan	16	I	H	72	88	344	360
10	Pembuatan naga-naga	32	J	E, F	72	104	72	104
11	Pemasangan bantalan dek	16	K	J	104	120	104	120
12	Pemasangan papan lantai dek	16	L	K	120	136	120	136
13	Pembuatan bangku mesin	16	M	L	136	152	136	152
14	Pembuatan tiang rumah kapal	16	N	M	152	168	152	168
15	Pembuatan bantalan gladak	8	O	N	168	176	168	176
16	Pemasangan papan rumah kapal	16	P	O	176	192	176	192
17	Pemakuan papan bantalan gladak	16	Q	P	192	208	328	344

Tabel 4.4. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*) (*Lanjutan*)

No	Jenis Kegiatan	Durasi (Jam)	Kode	Aktivitas Pendahuluan	ES	EF	LS	LF
19	Pemakalan pori-pori sambungan papan	32	S	R	192	224	192	224
20	Pendamaran pori sambungan papan	16	T	S	224	240	224	240
21	Pemasangan baut papan lambung	32	U	T	240	272	240	272
22	Pengaspalan pori sambungan papan	8	V	U	272	280	272	280
23	Pemasangan lapisan terpal plastic	8	W	V	280	288	280	288
24	Pemasangan lapisan seng aluminium	32	X	W	288	320	288	320
25	Pengecatan	24	Y	X	320	344	320	344
26	Pemasangan mesin	16	Z	Y	344	360	344	360

Berdasarkan Tabel 4.4 Perhitungan mundur digunakan untuk menentukan waktu yang paling akhir. Jika hanya sebuah kegiatan keluar dari kegiatan, maka saat paling lambat (LS) kegiatan tersebut adalah saat paling lambat (LS) mulainya kegiatan tersebut. Saat mulai paling lambat sebuah kegiatan diperoleh dengan mengurangi saat paling lambat (LF) selesainya kegiatan yang bersangkutan dengan lamanya kegiatannya. Contohnya :

Kegiatan A, $LS = 0$ $LF = LS + Durasi = 0 + 1 = 1$

4.2.5. Menghitung Total Float

Total *Float* adalah jumlah waktu suatu kegiatan yang dapat ditunda tanpa memperlambat waktu penyelesaian pembuatan kapal. Perhitungan Total *Float* dapat dilakukan dengan mengurangkan *Latest Start* dengan *Earliest Start* atau *Latest Finish* – *Earliest Finish*. Suatu kegiatan dikatakan kritis jika nilai Total *Float* nya sama dengan 0. Berikut Rumus beserta Tabel 4.5 menghitung total *Float*

$$TF = LF - ES - Durasi$$

Tabel 4.5. Menghitung Total *Float*

No	Jenis Kegiatan	Durasi (Jam)	Kode	Aktivitas Pendahuluan	ES	EF	LS	LF	Slack
1	Pembuatan lunas	8	A		0	8	0	8	0
2	Pembuatan linggi haluan	16	B	A	8	24	8	24	0
3	Pembuatan linggi buritan	16	C	A	8	24	344	360	336
4	Pemasangan papan lambung bawah	16	D	A, B	24	40	24	40	0
5	Pemasangan gading-gading dasar	16	E	D	40	56	40	56	0
6	Pemasangan gading-gading tajuk	16	F	E	56	72	56	72	0
7	Pemasangan pisang-pisang	8	G	E, F	72	80	352	360	280
8	Pemasangan papan lambung	32	H	D	40	72	312	344	272
9	Pemasangan gading-gading tajuk lanjutan	16	I	H	72	88	344	360	272
10	Pembuatan naga-naga	32	J	E, F	72	104	72	104	0
11	Pemasangan bantalan dek	16	K	J	104	120	104	120	0
12	Pemasangan papan lantai dek	16	L	K	120	136	120	136	0
13	Pembuatan bangku mesin	16	M	L	136	152	136	152	0
14	Pembuatan tiang rumah kapal	16	N	M	152	168	152	168	0
15	Pembuatan bantalan gladak	8	O	N	168	176	168	176	0
16	Pemasangan papan rumah kapal	16	P	O	176	192	176	192	0
17	Pemakuan papan bantalan gladak	16	Q	P	192	208	328	344	136
18	Pemasangan papan kamar mesin	16	R	Q	208	224	344	360	136
19	Pemakalan pori-pori sambungan papan	32	S	R	192	224	192	224	0
20	Pendamaran pori sambungan papan	16	T	S	224	240	224	240	0
21	Pemasangan baut papan lambung	32	U	T	240	272	240	272	0
22	Pengaspalan pori sambungan papan	8	V	U	272	280	272	280	0
23	Pemasangan lapisan terplastik	8	W	V	280	288	280	288	0
24	Pemasangan lapisan senaluminium	32	X	W	288	320	288	320	0
25	Pengecatan	24	Y	X	320	344	320	344	0
26	Pemasangan mesin	16	Z	Y	344	360	344	360	0

Berdasarkan Tabel 4.5 Penentuan jalur kritis yaitu dengan mengidentifikasi jalur yang memiliki lintasan pelaksanaan paling panjang atau durasi terpanjang pada jaringan yang disusun yang menentukan lamanya penyelesaian jaringan kerja dan aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran (*float*) atau nilai $TF = FF = 0$. Dari perhitungan waktu yang dilakukan dan jaringan kerja yang disusun, maka diperoleh lintasan kritis dengan kegiatan sebagai berikut :

A – B – D – E – F – J – K – L – M – N – O – P – R – S – T – U – V – W – X.

4.2.6. Waktu Dan Biaya Optimal

Untuk memperoleh waktu dan biaya optimal dengan cara menambahkan jumlah pekerjaan, jumlah tenaga kerja dan jumlah jam kerja pada pekerjaan di percepat. Adapun hasil perhitungannya seperti yang terdapat pada Tabel 4.5. berikut.

Tabel 4.6. Waktu Dan Biaya Optimal

Hari	Waktu normal		Hari	Waktu cepat	
	Tenaga kerja	Biaya		Tenaga kerja	Biaya
8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu

Tabel 4.6. Waktu Dan Biaya Optimal

Hari	Waktu normal		Hari	Waktu cepat	
	Tenaga kerja	Biaya		Tenaga kerja	Biaya
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu
32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
8	3	300 Ribu	8	3	300 Ribu
32	3	1.200 Ribu	16	12	2.400 Ribu
24	3	900 Ribu	8	9	900 Ribu
16	3	600 Ribu	8	6	1.200 Ribu

Sumber: Pengolahan Data 2022

Menentukan waktu dan biaya optimal yaitu :

A : jumlah waktu yang dipercepat yaitu selisih antara waktu normal dengan waktu cepat .

Rumus :. waktu normal – waktu cepat

B : penambahan biaya yaitu selisih biaya normal dengan biaya cepat

Rumus : biaya cepat – biaya normal

C : biaya optimal yaitu tambahan biaya dibagi dengan jumlah waktu yang dipercepat

$$\text{Rumus : } C = \frac{B}{A}$$

Tabel 4.7. Perhitungan Waktu Dan Biaya Optimal

Waktu Normal			Waktu Cepat			Jumlah Waktu Dipercepat (A)	Penambahan Biaya (B)	Biaya Optimal (C)
Jam	Tenaga Kerja	Biaya	Jam	Tenaga Kerja	Biaya			
8	3	300 Ribu	1	3	300 Ribu	0	0	0
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
8	3	300 Ribu	1	3	300 Ribu	0	0	0
32	3	1.200 Ribu	2	12	2.400 Ribu	2	1.200 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
32	3	1.200 Ribu	2	12	2.400 Ribu	2	1.200 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
8	3	300 Ribu	1	3	300 Ribu	0	0	0
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
32	3	1.200 Ribu	2	12	2.400 Ribu	2	1.200 Ribu	600 Ribu
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
32	3	1.200 Ribu	2	12	2.400 Ribu	2	1.200 Ribu	600 Ribu
8	3	300 Ribu	1	3	300 Ribu	0	0	0
8	3	300 Ribu	1	3	300 Ribu	0	0	0
32	3	1.200 Ribu	2	12	2.400 Ribu	2	1.200 Ribu	600 Ribu
24	3	900 Ribu	1	9	900 Ribu	2	0	0
16	3	600 Ribu	1	6	1.200 Ribu	1	600 Ribu	600 Ribu
Total Biaya Optimal								12.000.000

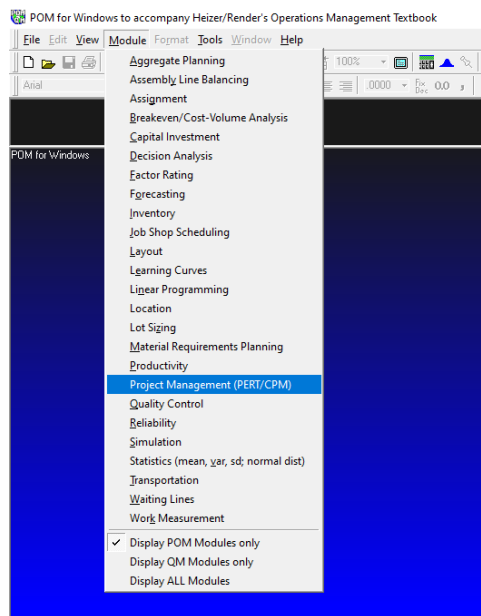
Sumber: Pengolahan Data 2022

Hasil penelitian menunjukkan durasi optimal pekerjaan sebanyak 27 hari, penambahan biaya sebanyak Rp 15.000.000 juta dan biaya optimal yang di hasilkan sebanyak Rp 12. 000.000 juta.

4.2.7. Pengolahan data menggunakan *Software* POM

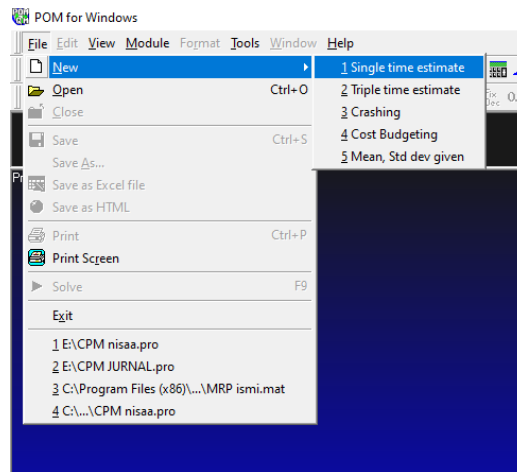
Pengolahan data Metode *Critical path method* (CPM) selain dengan perhitungan manual Metode *Critical path method* (CPM) juga dapat dihitung menggunakan *software Production and Operation Management* (POM) version 4.0, tujuan menggunakan *software* agar dapat membandingkan nilai yang didapat secara perhitungan manual dengan menggunakan *software*. Berikut adalah langkah- langkah dalam pengolahan data menggunakan *software* POM yaitu sebagai berikut :

1. Buka *Software* POM. Setelah masuk ke *software* tersebut langsung muncul jendela dari menu Module kemudian pilih “*Project Management (PERT/CPM)*” seperti yang terlihat pada gambar berikut :



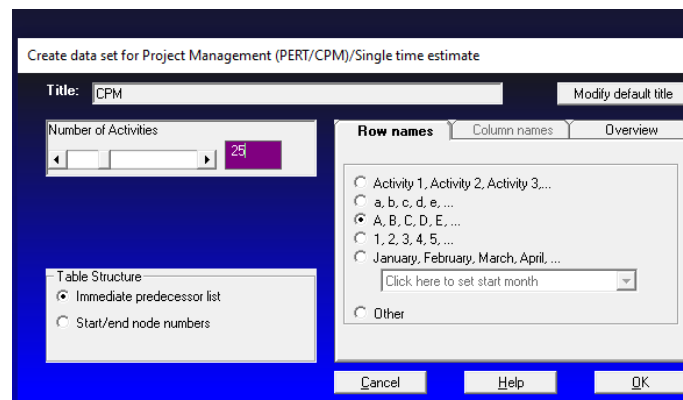
Gambar 4.1. Tampilan Menu Modul

2. Pilih menu *File* lalu klik *New* atau *Ctrl+n* lalu pilih no 1. *Single time estimate*, seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.2. Tampilan Menu *File*

3. Isikan *Title* dengan CPM, *Number of Activities* sebanyak 25 aktivitas, *Tabel Structure* pilih *Immediate predecessor list*, pada *Flow name* pilih A,B,C,D,E..., kemudian klik OK



Gambar 4.3. Tampilan awal

4. Selanjutnya isikan data yang sesuai dengan tabel data yang diperlukan. Masukkan kode Activity, Activity time (waktu aktivitas), predecessor 1 (kegiatan yang mendahului 1) dan predecessor 2 (kegiatan pendahulu ke 2).

POM for Windows - D:\SIAP SIDANG\AJILA APLIKASI TERBARU NORMAL.pro - [Data Table]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Method: Single time estimate

Activity	Activity time	Predecessor 1	Predecessor 2	Predecessor 3	Predecessor 4	Predecessor 5	Predecessor 6	Predecessor 7
A	8							
B	16	A						
C	16	A						
D	16	A	B					
E	16	D						
F	16	E						
G	8	E	F					
H	32	D						
I	16	H						
J	32	E	F					
K	16	J						
L	16	K						
M	16	L						
N	16	M						
O	8	N						
P	16	O						
Q	16	P						
R	16	Q						
S	32	P						
T	16	S						
U	32	T						
V	8	U						
W	8	V						
X	32	W						
Y	24	X						
Z	16	Y						

Project Management (PERT/CPM)/Single time estimate

Sumber : Pengolahan Data POM

Gambar 4.4. Tampilan Pengisian Data

5. Setelah semua data terisi, kemudian klik Solve. Mekan akan muncul 2 output dari PERT/CPM, yaitu :

- 1) *Project Management (PERT/CPM) Result*
- 2) *Charts*

POM for Windows - D:\SIAP SIDANG\AJILA APLIKASI TERBARU NORMAL.pro

File Edit View Module Format Tools Window Help

Method: Single time estimate

Project Management (PERT/CPM) Results

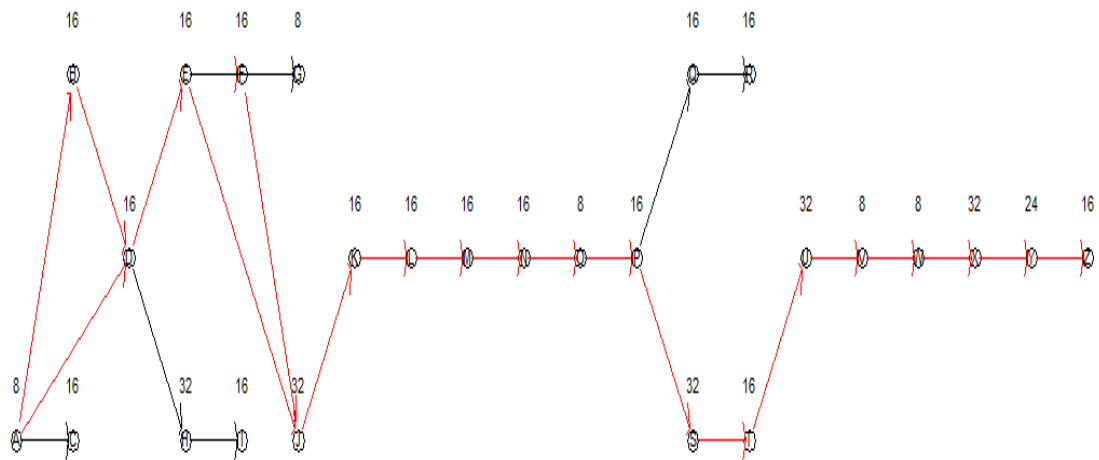
Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	360					
A	8	0	8	0	8	0
B	16	8	24	8	24	0
C	16	8	24	344	360	336
D	16	24	40	24	40	0
E	16	40	56	40	56	0
F	16	56	72	56	72	0
G	8	72	80	352	360	280
H	32	40	72	312	344	272
I	16	72	88	344	360	272
J	32	72	104	72	104	0
K	16	104	120	104	120	0
L	16	120	136	120	136	0
M	16	136	152	136	152	0
N	16	152	168	152	168	0
O	8	168	176	168	176	0
P	16	176	192	176	192	0
Q	16	192	208	328	344	136
R	16	208	224	344	360	136
S	32	192	224	192	224	0
T	16	224	240	224	240	0
U	32	240	272	240	272	0
V	8	272	280	272	280	0

Sumber : pengolahan data POM

Gambar 4.5. Tampilan *Project Management (CPM)*

6. Selesai. Untuk rekapitulasi hasil perhitungan CPM menggunakan *software POM* dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut

(untitled)
Precedence Graph



Sumber : pengolahan data POM

Gambar 4.6. Tampilan *Precedence Graph*

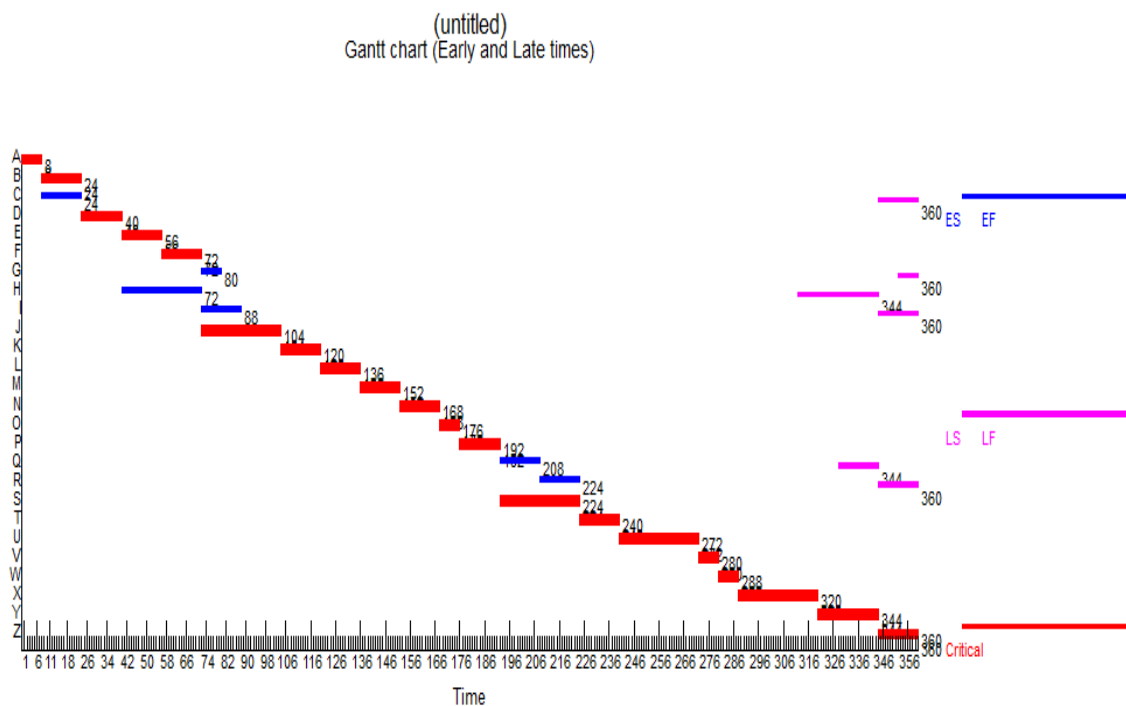
Nilai *slack* nol (0) merupakan nilai dari $ET - LT = 0$ pada gambar 4.6, dimana nilai itu menunjukkan jalur kritis.

4.2.8. Penyusunan Penjadwalan produksi

Penyusunan jadwal produksi dapat dilakukan dengan metode *Gantt Chart* yang merupakan suatu metode penentuan waktu kapan pekerjaan dimulai dan berakhir untuk berbagai kegiatan pada suatu stasiun kerja dengan menggunakan

bantuan diagram atau grafik. Dalam metodologi ini, ada dua model yang digunakan, yakni penjadwalan maju (*forward scheduling*) dan penjadwalan mundur (*backward scheduling*).

Berdasarkan dari perhitungan maju dan perhitungan mundur pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 maka hasil dari penyusunan penjadwalan produksi pembuatan kapal dengan menggunakan *software* POM dapat dilihat pada Gambar 4.13



Sumber : pengolahan data POM

Gambar 4.7. Penjadwalan metode *Gantt Chart* Waktu Normal

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa urutan penjadwalan yang berbentuk diagram *Gantt Chart* yang berwarna merah merupakan jalur kritis dimana pekerjaan tersebut tidak dapat ditunda dan harus segera dikerjakan, yang berwarna biru adalah perhitungan maju dimana perhitungan tersebut untuk mengetahui waktu atau tanggal paling awal untuk memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda waktu penyelesaian aktivitas keseluruhan. Sedangkan diagram yang berwarna ungu

adalah perhitungan mundur digunakan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir untuk memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda waktu penyelesaian aktivitas keseluruhan yang dilaksanakan dari perhitungan maju.

BAB 5

ANALISIS DAN EVALUASI

5.1. Analisis jaringan kerja

Perhitungan dalam menyusun penjadwalan produksi pembuatan kapal di CV. Wahana Karya diawali dengan perhitungan maju (*Forward Pass*) Sebelum suatu aktivitas dapat dimulai, semua pendahulu langsungnya harus diselesaikan, perhitungan ini hanya mempunyai satu pendahulu langsung. Waktu selesai terdahulu atau paling cepat selesai *Earliest Finish* (EF) dari suatu aktivitas adalah jumlah dari waktu mulai terdahulu atau paling cepat mulai *Earliest Start* (ES) dan waktu kegiatannya, yang mana hasil perhitungan maju terdapat pada Tabel 4.4, selanjutnya perhitungan mundur (*Backward Pass*) untuk menentukan waktu yang paling akhir, untuk semua aktivitas harus ditentukan nilai Latest Finish (LF) begitu juga dengan nilai (*Latest Start*) LS yang mana hasil dari perhitungan mundur terdapat pada Tabel 4.5.

Perhitungan selanjutnya menghitung Total Float Suatu kegiatan dikatakan kritis jika nilai Total *Float* nya sama dengan 0, yang mana nilai total float dapat dilihat pada Tabel 4.6. Dari perhitungan waktu yang dilakukan dan jaringan kerja yang disusun ada beberapa data yang hasilnya tidak nol yaitu pada aktivitas C,G,H,I,Q dan R dengan nilai 336,280,272,272,136,136 sedangkan pada aktivitas yang lain hasil dari perhitungan tersebut 0 sehingga jaringan kerja tersebut kritis

5.2. Analisis Jalur Kritis

Analisa kegiatan kritis diperoleh dari lintasan kritis yang diawali pada aktivitas 1-2-4-5-6 -10 -11-12 -13 -14 -15 -16 -17-18-19-20-21 dan aktivitas 22

dimana jenis keterkaitan pembuatan kapal yaitu Start to Start (SS) dan Finish to Start (FS) dimana dari hasil pengolahan data diperoleh kurun waktu penyelesaian selama 43 hari.

Kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis merupakan kegiatan yang paling berpengaruh terhadap penyelesaian pembuatan kapal dikarenakan tidak adanya waktu kelonggaran produksi (*float*) pada kegiatan tersebut sehingga keterlambatan akan terjadi, jika kegiatan pada lintasan kritis ini tertunda maka untuk mempermudah melihat lintasan kritis pada penjadwalan dengan menggunakan diagram *Gantt Chart*.

5.3. Waktu Dan Biaya Optimal

Menentukan waktu dan biaya optimal untuk jumlah waktu yang dipercepat yaitu selisih antara waktu normal dengan waktu cepat, Untuk penambahan biaya yaitu selisih biaya normal dengan biaya cepat dan untuk menentukan biaya optimal yaitu tambahan biaya dibagi dengan jumlah waktu yang dipercepat. Sehingga didapatkan total untuk biaya optimal sebesar Rp. 12.000.000.

5.4. Penyusunan Penjadwalan Produksi

Berdasarkan Gambar 4.6 dan 4.7 untuk waktu normal dan waktu cepat dapat dilihat bahwa urutan penjadwalan yang berbentuk diagram *Gantt Chart* yang berwarna merah merupakan jalur kritis dimana pekerjaan tersebut tidak dapat ditunda dan harus segera dikerjakan, yang berwarna biru adalah perhitungan maju dimana perhitungan tersebut untuk mengetahui waktu atau tanggal paling awal untuk memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda waktu penyelesaian aktivitas keseluruhan. Sedangkan diagram yang berwarna ungu adalah perhitungan mundur

digunakan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir untuk memulai dan mengakhiri kegiatan tanpa menunda waktu penyelesaian aktivitas keseluruhan yang dilaksanakan dari perhitungan maju.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisa pemecahan masalah maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Penyusun penjadwalan produksi pembuatan kapal di CV. Wahana Karya diawali dengan perhitungan maju (*Forward Pass*), perhitungan mundur (*Backward Pass*), menghitung *Float*, sehingga terbentuklah jalur kritis dari pengolahan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan *Gantt Chart* untuk mempermudah melihat penyusunan penjadwalan.
2. Dengan *Critical path method* (CPM) maka diperoleh jalur kritis yang dapat dioptimalkan adalah A – B – D – E – F – J – K – L – M – N – O – P – S – T – U – V – W – X – Y – Z. dengan total waktu kritis 43 hari. Peristiwa pada bagian kritis tidak memiliki waktu yang longgar dalam pengerjaannya atau dengan kata lain harus tepat waktu agar kegiatan lain tidak terganggu.
3. Berdasarkan perhitungan *Gantt Chart* Rekomendasi penjadwalan produksi kapal 3 GT pekerjaan yang harus dilakukan terlebih dahulu yaitu aktivitas yang memiliki durasi lebih panjang terdapat pada jalur kritis aktivitas A, B, D, E, F, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X sehingga dengan adanya diagram *Gantt Chart* tersebut

6.2. Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya melakukan perencanaan penjadwalan proyek lebih matang sehingga keterlambatan tidak terjadi.
2. Pihak perusahaan sebaiknya lebih ekstra dalam memantau indikasi-indikasi yang dapat menyebabkan keterlambatan pada pelaksanaan pembuatan kapal.
3. Diharapkan kepada pihak perusahaan untuk dapat menerapkan usulan-usulan perbaikan yang diberikan untuk meminimalisasi keterlambatan pada produksi pembuatan kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badri, Sofwan, 1997. Dasar-Dasar Network Planning. Jakarta: Rineka Cipta,
- Ervianto, I.W. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi* Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi.
- Hartawan, Harry. n.d. “Analisis Keterlibatan Manajemen Proyek dalam Proses Perencanaan dan Pengendalian Proyek Selama Pelaksanaan Konstruksi”. <http://www.digilib.ui.ac.id/opac/themes/libri2/detail.jsp?id=80787>.
www.google.com. Diakses 9 Februari 2010.
- Hayun, Anggara. 2005. “Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM :Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang.” *Journal The Winners*, Vol. 6, No.2, h. 155-174.
- Heizer, J., & Render, B. 2005. *Operation Management, Manajemen Operasi* edisi 7, Buku 1. Jakarta: Salemba Empat. Badri, S. (2001). *Dasar-dasar Network planning*.
- Husen, Abrar. 2009. *Manajemen Proyek (Perencanaan Penjadwalan Dan Pengendalian Proyek)*. Yogyakarta: Andi
- Oka, J., dan Dwi Kartika. 2019. Evaluasi Manajemen Waktu Proyek Menggunakan Metode Pert Dan Cpm Pada Pengerjaan “Proyek Reparasi Crane Lampson” DI PT MCDERMOTT INDONESIA. *Journal Of Applied Business Administration*, 1(1), 28-36. <https://doi.org/10.30871/jaba.v1i1.1257>
- Levin, R.I., dan Kirkpatrick. C.A., 1972. *Perencanaan dan Pengawasan Dengan PERT dan CPM*. Bharatara. Jakarta.
- Maharany, L. Fajarwati. 2006. “Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis.”. *Utilitas*, 14(1), 113-130.
- Mahendra, S. 2004, *Manajemen Proyek*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Nasution, A. H., 2006. *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Nurhayati, S. 2020. *Manajemen Proyek sebagai panduan jilid 1*. Medan : USU
- Ridho, M.R., & Syahrizal. 2014. *Evaluasi penjadwalan waktu dan biaya proyek dengan metode PERT dan CPM (Studi kasus: proyek pembangunan gedung kantor badan pusat statistik kota medan Di JL.Gaperta medan, Sumatera utara)*. *Jurnal teknik sipil USU*, 3 (1), 114. <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jts/article/view/6294>

Santosa, B. (2009). Manajemen Proyek Konsep dan Implementasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Schwalbe, K. 2004. Information technology project management, edisi ketiga, Cambridge: Course Technology.

Soeharto, I. 2002, Studi kelayakan proyek industri, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Soeharto, I. 2002, Studi kelayakan proyek industri, Penerbit Erlangga, Jakarta.
Mahendra, S. 2004, Manajemen Proyek, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

LAMPIRAN

1. Foto dokumentasi Pada Saat Pembuatan Kapal Tradisional di CV. Wahana Karya.



Proses Pemasangan Papan Lambung Kapal





**Wawancara dengan Pemilik
Galangan Kapal CV. Wahana
Karya**



**Proses Pemotongan Gading-
Gaading Kapal**



Foto Bersama Bupati Aceh Barat