

SKRIPSI

PERENCANAAN JARINGAN KERJA PERAKITAN LAMBUNG KAPAL FERRY 300 GT DENGAN MENGUNAKAN CPM (CRITICAL PATH METHOD)

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana pada Program Studi
Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Oleh:

MUHAMMAD SYAWAL

D311 14 006

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN**

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2018



LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mengikuti seminar dan ujian akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Perkapalan program studi Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

JUDUL SKRIPSI :

“Perencanaan Jaringan Kerja Perakitan Lambung Kapal Ferry 300 GT Dengan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method)”

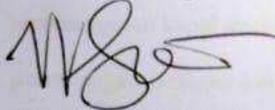
Oleh :

MUHAMMAD SYAWAL
D311 14 006

Makassar, 31 Desember 2019

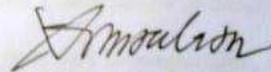
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I



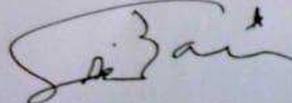
Wahyuddin, ST, MT
NIP. 19720205199031002

Pembimbing II



Dr. Ir. Syamsul Asri, MT
NIP. 19650318 199103 1 003

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Suandar Baso ST, MT
NIP. 19730206 2000 12 1 002



KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas anugerah kekuatan dan limpahan rahmat serta karunia-Nya pada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penelitian ini merupakan tugas akhir sebagai syarat kelulusan dan meraih gelar Sarjana Teknik Universitas Hasanuddin. Adapun judul tugas akhir ini sebagai berikut :

PERENCANAAN JARINGAN KERJA PERAKITAN LAMBUNG KAPAL FERRY 300 GT DENGAN MENGGUNAKAN METODE CPM (*CRITICAL PATH METHOD*)

Dalam rangkaian penelitian ini, dipaparkan hal-hal yang melatarbelakangi penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, referensi-referensi terkait penelitian, hasil yang diperoleh, serta saran dan kesimpulan. Skripsi ini memuat literatur-literatur tentang teori-teori berkaitan dengan metode pembangunan kapal dengan metode HBCM (*Hull Break Construction Method*) dan perancangan jaringan kerja. Tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu masukan berupa saran sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca secara umum dan terkhusus bagi penulis.

Gowa, 25 Desember 2018

Penulis





UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT, sebaik-baik penolong yang maha pemurah lagi maha penyayang yang menghendaki penelitian ini terselesaikan. Shalawat dan salam teruntuk Rasulullah SAW, sebaik-baik manusia yang pernah ada yang datang memberi peringatan dan kabar gembira, beserta para sahabat-shahabiyah, tabi'in-tabi'uttabiin, ulama-ulama ahlusunnah waljamaah yang senangtiasa mendakwakan agama islam.

Sepintar-pintar manusia adalah manusia yang berpegang teguh pada alquran dan as-sunnah dan menyempurnakan tauhid kepada Allah SWT, serta mengikuti syariat yang di bawa Rasul-Nya.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan berbagai pihak adalah sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan perkuliahan ini, terkhusus dalam penyusunan tugas Akhir ini, oleh kerennanya, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tersayang penulis yaitu ayahanda Ambo Tuwo , ibunda Indo Batari, dan saudari-saudariku tersayang heriani,sitti norma,rosdiana dan ega.
2. Bapak Wahyuddin ST.,MT. selaku pembimbing 1, terima kasih yang amat begitu besar untuk bimbingan dan arahan selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri, MT. Selaku Pembimbing 2, terima kasih yang begitu besar untuk masukan, arahan dan bimbingannya sehingga tugas akhir

sa terselesaikan.



4. Bapak Farianto Fachruddin, ST. MT. terima kasih yang begitu besar karena telah memberikan bantuan, bimbingan, arahan, serta menampung kami di butek sampai penulisan Tugas Akhir selesai.
5. Bapak Dr. Eng. Suandar Baso, ST. MT. Selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Moh Rizal Firmansyah ST, MT, M.Eng. Selaku dosen labo produksi telah memberikan ilmu yang begitu berharga bagi penulis.
7. Bapak / Ibu Dosen, Staf, dan seluruh civitas akademik Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Kepada saudara – saudari Angkatan 2014 Teknik Perkapalan dimana penulis tidak dapat menyebut satu-persatu. Suatu kehormatan penulis dapat melewati masa-masa perkuliahan bersama kalian.
9. Kepada keluarga Homelehappy yang selalu semangat dalam segala hal.
10. Kepada saudara-saudari Labo Produksi Angkatan 2014 (Adzan doko, Komandan Guntur, Arfah Dg Kulle, Uppi Montu, Awal Abel, Pung Aji Fathul, Agus Mane, Saharuddin Putra bulu batu, Eceng, Zein Gagah, Tia, Henni, Cika
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, sekali lagi terima kasih yang sebesar-besarnya semoga Allah Aza Wajalla membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dengan sebaik-baik balasan.

Gowa, 09 Desember 2018

Penulis



“PERENCANAAN JARINGAN KERJA PERAKITAN LAMBUNG KAPAL
FERRY 300 GT DENGAN MENGGUNAKAN CPM (*CRITICAL PATH
METHOD*)”

Oleh : Muhammad Syawal

Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pembimbing I: Wahyuddin,.ST., MT

Pembimbing II: Dr.Ir.Syamsul Asri.MT

ABSTRAK

Saat ini perkembangan teknologi konstruksi semakin berkembang sehingga tuntutan persaingan semakin ketat, terutama di industri perkapalan, hal ini mengakibatkan industri pembangunan kapal dituntut meningkatkan performa waktu perakitan maupun penggunaan tenaga kerja. Perakitan kapal dengan HBCM(Hull Break construction method) membutuhkan manajemen yang baik agar proyek dapat diselesaikan sesuai jadwal yang telah direncanakan, fungsi dari manajemen adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin mengendalikan sumber daya sehingga dapat mencapai tujuan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jaringan kerja perakitan lambung kapal ferry 300 GT dengan menentukan durasi, jalur kritis dan jumlah tenaga kerja pada perakitan lambung kapal ferry 300 GT. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Critical Path Metode*(CPM) dengan mengidentifikasi jalur kritis kegiatan sehingga dapat mengetahui durasi perakitan lambung kapal. Hasil dari penelitian diperoleh waktu pekerjaan perakitan blok lambung kapal ferry 300 GT sebesar 238,71 jam (48 hari) dengan total berat blok 106,3 ton, dengan jalur kritis berada pada perakitan blok 4 pada sub- blok bottom sampai dengan erection antar blok dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 68 orang.

Kata Kunci : Jaringan Kerja, *HBCM*, Jalur Kritis.



“NETWORK PLANNING FOR SHIP HULL ASSEMBLY OF FERRY 300 GT
USING A CPM (CRITICAL PATH METHOD)”

By: Muhammad Syawal

Department of Naval Architecture, Engineering Faculty, Hasanuddin university

1st Supervisor: Wahyuddin, ST, MT

2nd Supervisor: Dr.Ir.Syamsul Asri.MT

Abstract

Currently, development of construction technology is growing so that the demands of increasingly tight competition, especially in the shipping industry, this has resulted in the ship's construction industry company sued to improve performance in terms of Assembly time as well as in terms of use of labor. the Assembly of ships HBCM (Hull Break Construction Method) does not just need reliable human resources but also need good management so that the project can be solved according to the time which has been planned, the functions of management is planning, organizing, leading the control of existing resources in order to achieve the objectives of the project. This research aims to plan network Assembling ship hull ferry 300 GT determine the duration, critical path and the amount of labor on a ship hull Assembly ferry 300 GT. research method used is the Method of Critical Path Method (CPM) for identifying the critical path activities for know the duration of ship hull the Assembly. The results of the research obtained time wor Assembling block hull ferry 300 GT of 238.71 hours (42 days) with a total weight of blocks of 106.3 tons, with a critical path is at the Assembly of block 4 on sub-block bottom up to erection between the block with labor is needed as many as 68 people.

Keywords: Network, HBCM, Critical Path.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1. Metode Pembangunan Kapal.....	5
2.1.1 Pendekatan Konvensional.....	6
2.1.2 Pendekatan Modern.....	8
2. Product-Work Breakdown Structure.....	9
2.2.1 Hull Block Construction Method (HBCM).....	13
2.2.2 Zone Outfitting Methode (ZOFM).....	19



2.3. Kebutuhan Sumber Daya Manusia.....	21
2.4. Jaringan Kerja.....	22
2.4.1 Metode Jalur Kritis/Critical Path Methode).....	23
2.4.2 Diagram Jaringan Kerja.....	24
2.5 Produktifitas.....	23
2.6. Durasi Aktifitas	27
2.8. Kurva S	28
BAB III. METODELOGI PENELITIAN	29
3.1. Lokasi Penelitian.....	29
3.2. Objek Penelitian.....	29
3.3. Jenis Data	29
3.4. Penyajian Data.....	30
3.5. Tahap Penelitian.....	31
3.6.. Alur Penelitian.....	33
BAB IV. PEMBAHASAN.....	34
4.1. Gambaran Umum Galangan PT.IKI.....	34
4.2. Data Kapal Ferry 300 GT.....	36
4.3. PWBS Konstruksi Lambung.....	39
4.4. Identifikasi Komponen Kegiatan.....	46
4.5. Urutan Perakitan Lambung kapal ferry 300 GT.....	46
4.6. Durasi Perakitan Blok Lambung Kapal Ferry 300 GT	53
8. Jaringan Kerja Perakitan Blok Lambung Kapal Ferry 300 GT.....	58
9. Kurva S Perakitan Lambung Kapal Ferry 300 GT.....	63



4.10. Diskusi.....	70
BAB V. PENUTUP	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	75



DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
1. Produktifitas jenis pekerjaan PT.PAL Indonesia.....	27
2. Daftar tebal pelat pada bukaan kulit.....	37
3. Daftar komponen konstruksi profile.....	38
4. Dimensi Blok lambung kapal.....	39
5. Identifikasi Komponen Konstruksi pada blok 4.....	43
6. Identifikasi jenis – jenis kegiatan pada perakitan lambung ferry...	46
7. Urutan perakitan Sub Blok Sisi.....	47
8. Beban jenis pekerjaan perakitan lambung kapal ferry.....	53
9. Perhitungan Durasi Perakitan lambung kapal ferry	56
10. Durasi Perakitan Blok Lambung kapal ferry	57
11. Jalur kritis perakitan lambung kapal ferry	60
12. Bobot jam orang pada perakitan lambung ferry	63
13. Bobot berat pekerjaan perakitan lambung kapal ferry	65
14. Bobot biaya(upah tenaga kerja).....	66
15. Daftar penggunaan tenaga kerja pada perakitan lambung kapal....	69
16. Durasi perakitan lambung kapal ferry	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Proses pekerjaan pembangunan kapal.....	6
2. Elemen – elemen PWBS.....	13
3. Klasifikasi aspek produksi metode HBCM.....	15
4. Klasifikasi Aspek Produk Metode ZOFM.....	19
5. Diagram jaringan kerja AOA.....	25
6. Diagram jaringan kerja AON.....	26
7. Layout building berth PT.IKI.....	35
8. Blok plan kapal ferry 300 GT.....	39
9. Pembagian blok lambung kapal ferry 300 GT.....	40
10. Blok lambung kapal ferry 300 GT.....	40
11. PWBS pembagian Sub blok Lambung kapal.....	41
12. PWBS komponen perakitan blok lambung kapal ferry.....	42
13. Flow Chart Perakitan Sub Blok Bottom.....	48
14. Flow Chart Perakitan Sub Blok geladak.....	49
15. Flow Chart Perakitan Sub Blok Longitudional Bulkhead.....	50
16. Flow Chart Perakitan Sub Blok Sisi.....	51
17. Alur perakitan Blok Lambung	52
18. Beban pekerjaan perakitan lambung kapal ferry.....	54
19. Jaringan kerja perakitan web transver deck pada sub blok deck...	55



20. Network Diagram perhitungan maju.....	59
21. Network Diagram perhitungan mundur.....	60
22. Kurva S jam orang perakitan lambung kapal ferry.....	64
23. Kurva S berat pekerjaan pada perakitan lambung.....	66
24. Kurva S biaya pada perakitan lambung.....	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini perkembangan teknologi industri konstruksi semakin berkembang sehingga tuntutan persaingan dalam pembangunan konstruksi semakin ketat, terutama di industri perkapalan, hal ini mengakibatkan perusahaan industri pembangunan kapal dituntut meningkatkan performa dalam segi produktifitas maupun efektifitas. Salah satu kendala dalam pembangunan kapal baru adalah waktu pembangunan kapal yang sering lewat dari waktu yang telah di sepakati. Tindakan untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkannya usaha untuk membudayakan efisiensi dan perilaku inovatif di bidang teknologi dan manajemen produksi.

Titik berat pembahasan dari teknologi pembangunan kapal yang semakin maju terletak pada orientasi efisiensi proses produksi dalam memproduksi produk – produk antara dari suatu bangunan kapal. Hal ini bermakna bahwa sejauh mana kemampuan suatu industri galangan kapal untuk membangun kapal sesuai dengan persyaratan biro klasifikasi dan permintaan owner melalui sumber daya yang minimal dan waktu yang optimal, sehingga dapat

menyampaikan pesanan dan memperoleh keuntungan yang maksimal.

Sumber daya pada suatu galangan kapal tidak hanya membutuhkan sumber tenaga manusia yang handal namun juga membutuhkan manajemen yang baik



sehingga proyek yang dikerjakan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan, fungsi dari manajemen proyek ini adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin mengendalikan sumber daya yang ada agar dapat mencapai tujuan proyek. Metode CPM (*critical path method*) merupakan alat bantu dalam manajemen yang berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian suatu proyek.

Perencanaan dan penengendalian biaya dan waktu suatu proyek merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Selain penilaian dari segi kualitas, prestasi suatu proyek dapat pula dinilai dari segi biaya dan waktu. Biaya yang telah dikeluarkan dan waktu yang digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan harus diukur secara kontinyu penyimpangannya terhadap apa yang telah di jadwalkan. Adanya penyimpangan biaya dan waktu yang signifikan mengindikasikan pengelolaan proyek yang kurang cermat sehingga dapat memperlambat pengerjaan proyek konstruksi.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang di atas timbul permasalahan dalam proses pekerjaan proyek konstruksi antara lain :

1. Berapa lama perakitan blok lambung kapal ferry 300 GT ?
2. Berapa jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam perakitan lambung kapal ferry 300 GT.

dimana letak jalur kritis dalam perakitan lambung kapal ferry 300 GT.



1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya meliputi pekerjaan lambung kapal tidak termasuk bangunan atas, perpipaan, outfitting. Dan nilai produktifitas bersumber dari penelitian pihak lain.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

1. Menentukan waktu perakitan blok lambung kapal ferry ro- ro 300 GT.
2. Menentukan jumlah kebutuhan sumber daya pekerja pada perakitan blok lambung kapal ferry 300 GT.
3. Menentukan jalur – jalur kritis dalam perakitan blok lambung kapal ferry ro-ro 300 GT.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Sebagai referensi penerapan metode CPM (*Critical Path Methode*) di galangan kapal nasional.
2. Sebagai acuan perhitungan biaya produksi perakitan blok lambung kapal Ferry Ro Ro 300 GT.



1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian Dan Sistematika Penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan diuraikan tentang teknologi pembangunan kapal, konsep PWBS, sumber daya perakitan kapal dan ,metode CPM (*critical path method*)

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang metodologi penelitian, penyajian data, teknik pembuatan jaringan kerja (*network planing*) dan alur penelitian.

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisa data yang disertai dengan pembahasan hasil analisa data penelitian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran – saran



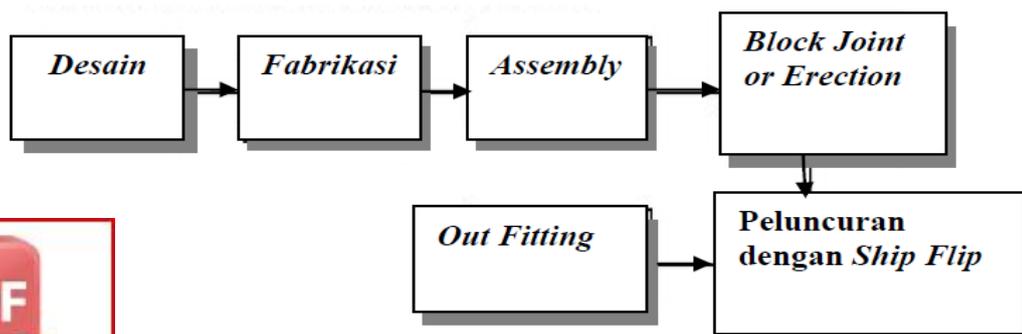
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Metode Pembangunan Kapal

Metode pembuatan kapal terdiri dari dua cara yaitu cara pertama berdasarkan sistem, cara kedua berdasarkan tempat. Proses pembuatan kapal berdasarkan sistem terbagi menjadi tiga macam yaitu sistem seksi, sistem blok seksi, sistem blok.

1. Sistem seksi adalah sistem pembuatan kapal dimana bagian-bagian konstruksi dari tubuh kapal dibuat seksi perseksi.
2. Sistem blok seksi adalah sistem pembuatan kapal dimana bagianbagian konstruksi dari kapal dalam fabrikasi dibuat gabungan seksiseksi sehingga membentuk blok seksi, contoh bagian dari seksi-seksi geladak, seksi lambung dan bulkhead dibuat menjadi satu blok seksi.
3. Sistem blok adalah sistem pembuatan kapal dimana badan kapal terbagi beberapa blok, dimana tiap-tiap blok sudah siap pakai (lengkap dengan sistem perpipaannya).



Gambar 1. Proses pekerjaan pembangunan kapal.

Dalam buku ajar *Engineering For Ship Production* (Okayama, 1982).

Pembuatan kapal baru kita mengenal beberapa metode atau pendekatan yakni :

2.1.1 Pendekatan Konvensional/ Tradisional

a. Conventional Hull Construction dan Outfitting (Pendekatan Sistem)

Tahapan pertama ini, diberi nama tahapan sistem/tradisional karena pekerjaan dipusatkan pada masing-masing sistem fungsional yang ada di kapal. Kapal direncanakan dan dibangun sebagai suatu sistem.

Pertama lunas diletakkan, kemudian gading-gadingnya dipasang dikulitnya. Bila badan kapal hampir selesai dirakit pekerjaan *outfitting* dimulai. Pekerjaan *outfitting* direncanakan dan dikerjakan sistem demi sistem, seperti pemasangan ventilasi, sistem pipa, listrik dan mesin.

Metode ini merupakan metode yang paling konvensional dengan tingkat produktifitas masih sangat rendah, karena semua lingkup pekerjaan dilakukan secara berurutan dan saling ketergantungan satu sama lain sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama. Mutu hasil pekerjaan sangat rendah karena hampir seluruh pekerjaan dilakukan secara manual di *building berth*, kondisi tempat kerja kurang mendukung dari segi keamanan, kenyamanan, dan kemudahan/posisi kerja.

Pengorganisasian pekerjaan sistem demi sistem seperti ini merupakan

untuk mencapai produktifitas yang tinggi. Mengatur dan mengawasi pembuatan kapal menggunakan ratusan pekerja adalah sukar.



Kegagalan seorang pekerja menyelesaikan suatu pekerjaan yang diperlukan oleh pekerja lain sering mengakibatkan "overtime" untuk pekerja tersebut, dan *idleness* bagi pekerja yang lain. Selain itu, hampir semua aktivitas produksi dikerjakan di-*building berth* pada posisi yang relative sulit. Semua keadaan di atas pada prinsipnya sangat menghalangi usaha-usaha untuk menaikkan produktifitas.

b. Hull Block Construction Method dan Pre Outfitting (Sistem Seksi atau Blok Konvensional)

Tahapan ini, dimulai dengan digunakannya teknologi pengelasan pada pembuatan kapal. Proses pembuatan badan kapal kemudian menjadi proses pembuatan blok-blok atau seksi-seksi di las, seperti seksi geladak dan kulit dan lain-lain, yang kemudian dirakit menjadi badan kapal. Perubahan ini diikuti dengan perubahan pekerjaan *outfitting*, dimana pekerjaan ini dapat dikerjakan pada blok dan pada badan kapal yang sudah jadi. Perubahan ini dikenal dengan *pre-outfitting*.

Tahapan kedua ini masih dipertimbangkan tradisional, karena design, material *definition* dan *procurement* masih dikerjakan sistem demi sistem. Sedang proses produksinya diorganisasi berdasarkan *zone* atau *block*, sehingga tahapan ini juga dikenal sebagai "sistem/stage". Karena adanya dua aspek yang bertentangan antara perencanaan dan pengerjaannya, banyak kesempatan untuk perbaikan produktifitas masih tidak dapat dilakukan.



2.1.2 Pendekatan modern

a. Proses Lane Construction dan Zone Outfitting atau Full Outfitting Block System (FOBS)

Tahapan berikutnya diberi nama *zone/area/stage*. Kebanyakan galangan di Jepang dan Eropa menggunakan sistem ini. Evolusi dari teknologi pembangunan kapal moderen dari metode tradisional dimulai pada tahapan ini. Tahapan ini ditandai dengan process lane construction dan zone outfitting, yang merupakan aplikasi *group teknologi* (GT) pada hull construction dan outfitting work. GT adalah suatu metode analitis untuk secara sistematis menghasilkan produk dalam kelompok-kelompok yang mempunyai kesamaan dalam perencanaan maupun proses produksinya.

Process lane dari segi praktis adalah suatu seri *work station* (bengkel) yang dilengkapi dengan fasilitas produksi (mesin, peralatan dan tenaga kerja dengan keahlian tertentu) untuk membuat satu kelompok produk yang mempunyai kesamaan dalam proses produksinya. Suatu contoh pengelompokan adalah sebagai berikut: pertama adalah process lane untuk subassembly bentuk datar, kurva dan bentuk kompleks. Dengan pengelompokan seperti ini, berarti galangan mengelompokkan proses produksi berdasarkan kesamaan proses produksi, yang memungkinkan pekerja berpengalaman mengerjakan-pekerjaan di bengkel kerja. Ini adalah suatu faktor yang penting untuk mencapai produktifitas tinggi.

Zone outfitting adalah teknologi kedua yang membedakan tahapan ini dengan

tradisional. Istilah *zone outfitting* berarti membagi pekerjaan ini menjadi *zone*, tidak berdasarkan sistem fungsionalnya. Karakteristik berikutnya dari



metode ini adalah dibaginya pekerjaan *outfitting* menjadi tiga *stage* atau tahap, ialah *on-unit*, *on-block*, dan *on-board*. Galangan moderen secara sistematis berusaha meminimalkan pekerjaan *outfitting on-board*.

b. Integrated Hull Construction, Outfitting and Painting (IHOP)

Tahapan keempat ditandai dengan suatu kondisi dimana pekerjaan pembuatan badan kapal, *outfitting* dan pengecatan sudah diintegrasikan. Keadaan ini digunakan untuk menggambarkan teknologi yang paling maju di industry perkapalan, yang telah dicapai IHI Jepang. Pada tahapan ini proses pengecatan dilakukan sebagai bagian dari proses pembuatan kapal yang terjadi dalam setiap *stage*. Selain itu karakteristik utama dari tahapan ini adalah digunakannya teknik-teknik manajemen yang bersifat analitis, khususnya analisa statistik untuk mengontrol proses produksi atau yang dikenal sebagai *accuracy control system*.

2.2 Product-Work Breakdown Structure (PWBS)

Konsep Struktur Pembagian Kerja yang berorientasi produk (PWBS) yang dijelaskan disini, *Group Teknologi* (GT) dan *Family Manufacturing* (FM) adalah sama. Semua menunjukkan pengklasifikasian yang memungkinkan pengelompokan produk-produk berdasarkan kesamaan dalam permasalahan produksinya dengan tanpa mempertimbangkan penggunaan akhir system. Secara logika, PWBS pertama membagi proses pembangunan kapal kedalam tiga jenis

dasar yaitu konstruksi lambung (*hull construction*), *outfitting* dan *painting*), karena masing-masing menunjukkan permasalahan yang



dengan jelas berbeda satu sama lain. Lebih lanjut, masing-masing dapat segera dibagi lagi menjadi jenis-jenis pekerjaan untuk fabrikasi dan assembly. Pembagian pada tahapan assembly inilah yang secara umum dihubungkan dengan zone dan yang merupakan dasar untuk penentuan zone dalam siklus manajemen dari perusahaan-perusahaan galangan kapal yang paling kompetitif. Produksi yang berorientasi zone yaitu : Metode Konstruksi Blok Lambung (*Hull Block Construction Method/HBCM*), telah diterapkan untuk proses konstruksi lambung oleh sebagian besar galangan-galangan. Tetapi logika yang sama belum digunakan dimana-mana untuk outfitting berdasarkan zone yang lebih kompleks dan sulit untuk dilaksanakan.

Kedua, PWBS mengklasifikasi produk antara sesuai dengan kebutuhannya untuk sumberdaya-sumberdaya, yaitu material, tenaga kerja, fasilitas dan pembiayaan. Sebagai contoh, panel struktur yang berbeda dengan tanpa memperhatikan lokasi tujuannya di dalam sebuah kapal, mempunyai sumberdaya-sumberdaya yang diklasifikasikan dan dialokasikan sesuai dengan parameter-parameter umumnya. Demikian juga, unit-unit outfitting yang berbeda diperlakukan dengan cara yang sama. Definisi dari sumberdaya-sumberdaya produk adalah :

- 1) Material, digunakan untuk produksi baik secara langsung maupun tidak langsung misalnya pelat baja, permesinan, kabel, minyak, dll.
- 2) Tenaga kerja, yang melaksanakan produksi baik langsung maupun tidak

langsung misalnya *welder, gas cutter, fitter, finisher, rigger, material handler, transporter, dll*



- 3) Fasilitas, yang digunakan untuk produksi baik langsung maupun tidak langsung misalnya bangunan-bangunan, dok, mesin-mesin produksi, peralatan, dll.
- 4) Pembiayaan, digunakan untuk membiayai proses produksi baik langsung maupun tidak langsung misalnya design, transportasi, sea trial, dll.

Untuk mengoptimalkan produktivitas dalam lingkungan yang praktis, sebuah kapal harus dikonstruksi sesuai dengan rencana yang dengan cermat dibuat yang menunjukkan :

- 1) Proses-proses untuk manufacturing bagian-bagian dan subassembly-subassembly yang mengarah ke outfit unit-unit dan blok-blok struktur dalam kerangka waktu yang dapat dikoordinasikan dan,
- 2) Penggunaan secara serentak dari masing-masing proses sebagai persyaratan-persyaratan dari system yang berbeda bahkan untuk kapal yang berbeda.

Pengklasifikasian yang ketiga adalah berdasarkan aspek-aspek produk yang menunjukkan kebutuhan-kebutuhan ini karena berisi kebutuhan-kebutuhan yang penting untuk mengendalikan proses-proses produksi.

Dua aspek produk, yaitu system dan zone digunakan untuk membagi sebuah design kapal kedalam paket terencana yang dapat diatur. Masing-masing sebagai contoh dapat diterapkan pada sejumlah bagian-bagian atau pada sebuah assembly

Masing-masing dari assembly itu biasanya ditunjukkan dengan sebuah rja yang terpisah. Dua aspek produk yang lain yaitu *area* dan *stage*



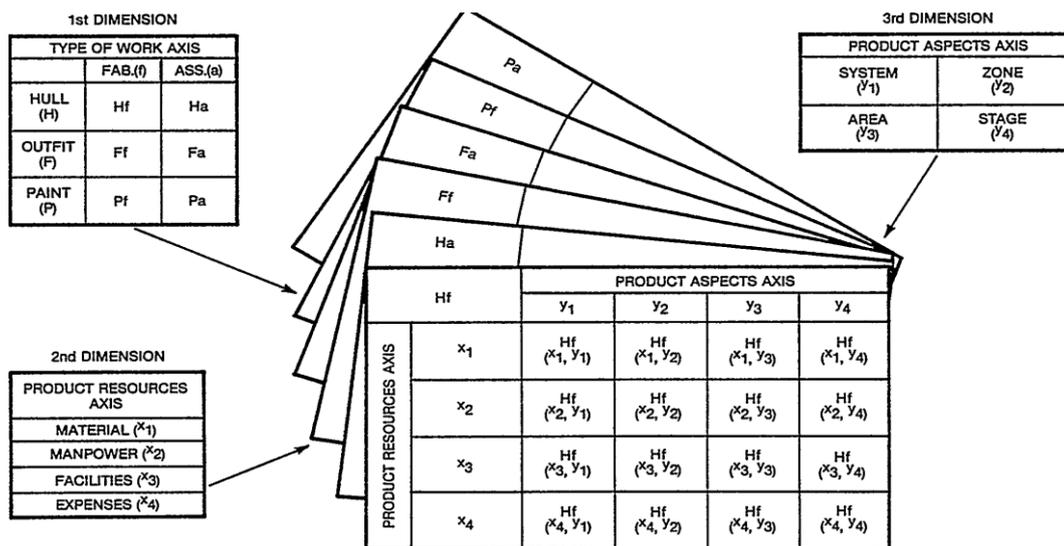
digunakan untuk membagi proses kerja yang dimulai dari pembelian material hingga penyerahan kapal yang lengkap. Aspek-aspek produk itu adalah :

- a. *System*-sebuah fungsi struktur atau sebuah fungsi operasional dari sebuah produk yaitu sekat longitudinal, sekat melintang, *mooring system*, *fuel oil service system*, *lighting system*, dll.
- b. *Zone*-sebuah sasaran produksi dari sebuah pembagian secara geografis dari sebuah produk yaitu : Ruang muat (*cargo hold*), bangunan atas (*super structure*), ruang mesin, dll. Dan sub-divisi – sub-divisi atau kombinasi (yaitu sebuah struktur blok atau unit outfit, sebuah assembly dari sebuah bagian atau komponen).
- c. *Area*- sebuah pembagian dari proses produksi ke dalam sebuah permasalahan berdasarkan jenis kerja yang sama yang dapat berupa :
 - 1) berdasarkan sifat (yaitu blok datar vs kurva, struktur aluminium vs baja, pipa diameter besar vs diameter kecil, material pipa, dll)
 - 2) berdasarkan jumlah (yaitu *job by job* vs jalur aliran, *volume outfitting on* blok untuk ruang mesin vs *volume outfitting on* blok untuk ruang selain ruang mesin, dll)
 - 3) berdasarkan kualitas (yaitu tingkatan pekerja yang dibutuhkan, tingkatan fasilitas yang dibutuhkan, dll)
 - 4) berdasarkan jenis kerja (yaitu *marking*, *cutting*, *bending*, *welding*, *blasting*, *bolting*, *painting*, *testing*, *cleaning*, *etc*) dan
 - 5) berdasarkan hal lain yang menunjukkan permasalahan kerja yang berbeda



- d. *Stage*- sebuah pembagian proses produksi berdasarkan urutan kerjanya yaitu sub-steps fabrikasi, *sub-assembly*, *assembly*, *erction*, *outfitting on unit*, *outfitting on block*, dan *outfitting on board*.

Sifat-sifat tiga dimensi dari PWBS ditunjukkan dalam ilustrasi berikut pada Gambar 2



Gambar 2. Elemen-elemen PWBS

(Sumber: Thomas lamb.1985)

2.2.1 Hull Block Construction Method (HBCM)

Tingkat manufaktur atau tahapan untuk *Hull Block Construction Method* didefinisikan sebagai kombinasi dari operasi kerja yang mengubah berbagai masukan ke dalam produk antara (*interim products*) yang berbeda, seperti bahan baku (*material*) menjadi *part fabrication*, *part fabrication* menjadi *sub block*

dan lain – lain.



Pengelompokan aspek produksi dimulai dengan kapal sebagai *zona*. Tahap pertama adalah membagi tahapan pembangunan kapal menjadi tujuh tingkat, empat alur kerja utama dan tiga dari aliran yang diperlukan seperti yang dijelaskan di atas. Masing-masing produk antara (*interim product*) kemudian diklasifikasikan berdasarkan bidang masalah dan tahap yang diperlukan untuk proses manufaktur. Pada tahap pertama, perencanaan paket pekerjaan kapal dibagi ke dalam lambung kapal bagian depan (*fore hull*), ruang muat (*cargo hold*), ruang mesin (*engine room*), lambung belakang (*after hull*) dan bangunan atas (*superstructure*) karena mereka memiliki manufaktur dan masalah yang berbeda. Untuk tingkat berikutnya, tingkat sebelumnya lebih lanjut dibagi menjadi blok panel datar dan melengkung diklasifikasikan sesuai dengan bidang masalah. Produk dari semi blok, sub-blok, bagian perakitan dan bagian fabrikasi, sampai pekerjaan tidak dapat dibagi lagi (*hull erection*) merupakan tahapan akhir dari pembangunan konstruksi lambung kapal.

Dengan memperhatikan tujuan-tujuan dalam merencanakan konstruksi lambung, yang dimulai dengan tingkat blok, pekerjaan dibagi ke bagian tingkat fabrikasi untuk tujuan mengoptimalkan alur kerja. Sebaliknya, pekerjaan yang ditugaskan ke tingkat *grand block* berfungsi untuk mengurangi durasi yang diperlukan untuk *erection* dalam membangun kapal di landasan pembangunan (*Building Berth*). Klasifikasi dari aspek produksi *Hull Block Construction Method* (HBCM) dapat dilihat pada gambar 3.



Levels.		Product aspect										Codes		
Plan	Mfg	Zone		Area					Stage			Zone	Area	Stage
1	7	Ship		Fore hull	Cargo hold	Engine room	Aft hull	Superstructure	Test			Ship No.	Block Code	Stage Code
2	6			Block		Flat panel block	Curved panel block	Superstructure	Back Pre-erection	Nil	Erection			
3	5	Sub-block	Nil						Flat	Special flat	Curved	Special curve	Superstructure	Engine Room
4	4			Nil	content in a large quantity	content in a small quantity	Back Assembly	Nil						Nil
5	3	Nil	Similar work quantity				Similar work quantity	Assembly		Assembly	Nil	Block Code	Block Code	Stage Code
6	2			Sub-block parts	Built up parts	Plate joining		Nil	Assembly					
7	1	Part	Parallel part from plate			Non-parallel from plate	Internal part from plate	Part from rolled shape	Other	Back Assembly	Nil	Semi-Block Code	Semi-Block Code	Stage Code
				Bending	Nil					Nil				
								Assembly	Nil	Sub-Block Code	Sub-Block Code	Stage Code		
								Bending	Nil					
								Assembly	Nil	Assembled Part Code	Stage Code			
								Marking and cutting	Nil					
								Plate joining	Nil	Part Code	Part Code	Stage Code		

Gambar 3. Klasifikasi Aspek Produksi Metode HBCM

Sumber: Lamb, Thomas (1985).

Pekerjaan badan kapal berdasarkan *Hull Block Construction Method* (HBCM) dapat dibagi menjadi beberapa bagian seperti yang dijelaskan sebagai



Tahap pabrikasi (*Fabrication Part*)

Pabrikasi merupakan level pertama dalam level manufaktur. Pada tahapan ini memproduksi komponen atau *zona* untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi. Jenis paket pekerjaan yang dikelompokkan oleh *zona* dan:

- a. *area*, yaitu untuk menghubungkan bagian bahan baku (*material*) yang selesai, proses fabrikasi dan fasilitas produksi yang sesuai secara terpisah untuk:
 - *Parallel parts from plate* (bentuk paralel dari pelat)
 - *Non parallel part from plate* (bentuk non-paralel dari pelat)
 - *Internal part from plate* (internal dari pelat)
 - *Part from rolled shape* (bentuk dari material roll)
 - *Other parts* (bentuk yang lain) misalnya pipa, dan lain – lain.
- b. *Stage*, setelah dilakukan pengelompokan oleh *zona*, *area*, dan *similarities* (kesamaan) di bagian jenis dan ukuran, sebagai berikut:
 - Penggabungan pelat atau *nil* (tidak ada aliran produksi, sehingga dibiarkan kosong dan dilewati dalam aliran proses).
 - Penandaan dan pemotongan.
 - Pembengkokan atau *nil*



2. Tahap Perakitan (*Assembly Part*)

Part Assembly adalah tingkat pekerjaan kedua yang berada di luar aliran kerja utama (*main work flow*) dan dikelompokkan oleh *area* seperti:

- a. *Built-up parts* (bentuk komponen asli)
- b. *Sub-blok parts*.

3. Perakitan sub-blok (*Sub-Block Assembly*)

Sub-block Assembly adalah tingkat pengerjaan ketiga. Pembentukan daerah (*zone*) pada umumnya terdiri dari sejumlah fabrikasi atau hasil bentuk *assembly*. Paket pekerjaan dikelompokkan berdasarkan tingkat kesulitan untuk:

- a. Kesamaan ukuran dalam jumlah banyak seperti balok melintang, *girder* dan wrang.
- c. Kesamaan ukuran dalam jumlah sedikit.

4. *Semi-Block* dan *Block Assembly*

Semi-block and Block Assembly dan *Grand-Block Joining* terdiri dari tiga tingkat perakitan, yaitu:

- a. *Semi-block assembly*
- b. *Block assembly* dan
- c. *Grand-block joining*.

iganya merupakan tingkat pengerjaan selanjutnya dengan urutan sesuai urutan di atas. Dari ketiganya, hanya *block-assembly* yang termasuk dalam



aliran utama pekerjaan, sedangkan yang lainnya menyediakan alternatif yang berguna untuk tingkat perencanaan. Semua direncanakan sesuai dengan konsep pengelompokan paket pekerjaan berdasarkan *area* dan *stage*.

Tingkat *semi-block assembly* pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan yang sama seperti tingkat *sub-block*. Kebanyakan *semi-block* ukurannya dan dimensinya agak kecil sehingga mereka dapat diproduksi di fasilitas perakitan *sub-block*. Di perencanaan kerja, ini harus menjadi titik perbedaan untuk memisahkan perakitan *semi-block* dari perakitan blok.

Tingkat *block assembly* yang termasuk dalam aliran utama pekerjaan, pembagiannya berdasarkan tingkat kesulitan yaitu:

- a. *Flat* (pelat datar)
- b. *Special flat* (pelat datar khusus)
- c. *Curve* (bentuk lengkung)
- d. *Superstructure* (bangunan atas)

2.2.2 Zone Outfitting Method (ZOFM)

Sama halnya dengan konstruksi lambung, pembagian zona untuk *outfitting* dirancang agar sesuai dengan kontrak yang ada dengan mengambil basis kapal serupa yang pernah dibuat sebelumnya. Berbagai pertimbangan elemen ZOFM harus diperhatikan dan disesuaikan dengan HBCM ketika merencanakan dan menyusun rangkaian pekerjaan konstruksi bangunan baru. ZOFM dapat dilakukan

on-block, maupun on-board.



PLAN'S LEVEL	MFG LEVEL	PRODUCT ASPECTS						CODES				
		ZONE	AREA			STAGE			ZONE	AREA	STAGE	
1	6	SHIP	DECK	ACCOMMODATION	MACHINERY	ELECTRICAL	OPERATION AND TEST			SHIP NO.	SHIP NO.	OPERATION CODE
2	5	ON-BOARD DIVISION	NIL	SPECIALTY/SIMILAR WORK IN SMALL VOLUME	SPECIALTY/SIMILAR WORK IN LARGE VOLUME	SPECIALTY/SIMILAR WORK IN GENERAL	WELDING	NIL	OUTFITTING SIGNON-DIVISION CODE	BLOCK CODE	HULL ERECTION STAGE CODE	
							ON-CLOSED-SPACE FITTING					
							WELDING	NIL				
							ON-OPEN-SPACE FITTING					
3	4	BLOCK	NIL	SPECIALTY/COMPONENTS IN A LARGE QUANTITY	SPECIALTY/COMPONENTS IN A SMALL QUANTITY	WELDING	NIL	OUTFITTING SIGN/BLOCK CODE	ON-BOARD WORK TYPE CODE	BLOCK ASSEMBLY STAGE CODE		
						ON-FLOOR FITTING						
						WELDING	NIL					
						ON-CEILING FITTING						
4	3	UNIT	NIL	LARGE SIZE UNIT	NIL	WELDING	NIL	UNIT ASSEMBLY SIGN/BLOCK OR ON-BOARD DIVISION OR MACHINERY UNIT CODE	BLOCK OR ON-BOARD DIVISION OR MACHINERY CODE	GRAND UNIT SIGN		
						JOINING						
5	2	UNIT	NIL	LARGE SIZE UNIT	SMALL SIZE UNIT	WELDING	NIL	BLOCK OR ON-BOARD DIVISION OR MACHINERY CODE	BLOCK OR ON-BOARD DIVISION OR MACHINERY CODE	UNIT SIGN		
						ASSEMBLY						
7	1	COMPONENT	IN-HOUSE MANUFACTURING	OUTSIDE MANUFACTURING	PURCHASING	PALLETIZING		COMPONENT CODE/PALLET CODE	COMPONENT PROCUREMENT SIGN	NO SIGN		
						MANUFACTURING	NIL					
						DESIGN AND MATERIAL PREPARATION	NIL					

Gambar 4. Klasifikasi Aspek Produk Metode ZOFM

Sumber: Lamb, Thomas (1985)

Optimalisasi ukuran paket pekerjaan dapat dicapai ketika isi pekerjaan hampir seragam. Keseimbangan paket-paket pekerjaan didasarkan pertimbangan mengelompokkan komponen ke dalam aspek produk zona, problem area dan stage. Faktor-faktor yang mempengaruhi keseimbangan kerja, seperti alokasi tenaga kerja dan penjadwalan. tujuan lain dari perencana ZOFM meliputi:



1. Pemindahan posisi pekerjaan *fitting* (instalasi), terutama las, dari posisi sulit ke posisi lebih mudah yaitu *down hand* , sehingga dapat mengurangi baik jam orang dan jangka waktu yang diperlukan.
2. Memilih dan merancang komponen yang dapat diatur kedalam grup *fitting* untuk pemasangan/perakitan on-unit, sehingga *simplifying* perencanaan dan penjadwalan dengan menjaga berbagai jenis pekerjaan yang terpisah pada tingkat manufaktur paling awal.
3. Memindahkan pekerjaan dari ruang tertutup, sempit, tinggi, atau tidak aman ke tempat-tempat terbuka, luas, dan rendah, sehingga memaksimalkan keamanan dan akses untuk penanganan material.
4. Perencanaan secara simultan/kompak, paket- paket pekerjaan, sehingga mengurangi waktu instalasi secara keseluruhan.

2.3 Kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM)

Sumber daya manusia merupakan hal penting dalam sebuah industri, tanpa sumber daya manusia sebuah industri tidak akan bisa berjalan dengan baik. Begitu pula dengan industri pembangunan kapal, tenaga kerja (man power) merupakan salah satu aspek penting yang sangat dibutuhkan dalam pembangunan kapal. Dalam hal perakitan kapal tenaga kerja yang dibutuhkan berupa :

1. Operator alat angkat



Operator alat angkat merupakan tenaga kerja yang bertugas untuk memindahkan material dari suatu tempat ke tempat lain.

2. Juru Las (Welder)

juru las (welder) merupakan tenaga kerja yang bertugas untuk menghubungkan sebuah komponen dengan komponen lainnya dengan cara pengelasan.

3. Fitter

Fitter (juru penyetel) merupakan tenaga kerja yang bertugas untuk menyetel posisi objek sebelum dilakukan pengelasan oleh welder.

4. Helper

Helper atau tenaga kerja bantu bertugas untuk membantu welder atau operator dalam menjalankan tugasnya.

2.4. Jaringan Kerja

Salah satu teknik manajemen dalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek ialah *network planning* atau jaringan kerja. Wahyuddin (2013:1) mendefinisikan bahwa : “perencanaan jaringan kerja (*network planning*) adalah suatu penyajian perencanaan dan pengendalian khususnya jadwal kegiatan proyek secara sistematis dan analitis”.

Handoko dalam Shiddiq (2015) mengemukakan manfaat jaringan kerja sebagai berikut :

- Perencanaan suatu proyek yang kompleks
- *Scheduling* pekerjaan-pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan yang praktis dan efisien.

Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang tersedia.



- *Scheduling* ulang untuk hambatan-hambatan dan keterlambatan
- Menentukan *trade-off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya.
- Menentukan probabilitas penyelesaian suatu proyek.

2.4.1 Metode Jalur Kritis / *Critical Path Method* (CPM)

Berbagai macam teknik analisis jaringan kerja yang pemakainnya cukup luas adalah jalur kritis atau CPM (*Critical Path Method*). CPM merupakan teknik yang dikembangkan untuk membuat perencanaan dan penjadwalan, dimana aspek yang terkait dengan metode ini antara lain : Pemecahan masalah pada praktek bisnis, membutuhkan matematika modern, membutuhkan sumber daya komputer yang besar (masa itu).

Langkah dasar untuk mengerjakan CPM yaitu (Shiddiq, 2015) :

- 1) Mendefinisikan proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja.
- 2) Membangun hubungan antar kegiatan. Memutuskan kegiatan mana yang harus lebih dahulu mana yang harus mengikuti.
- 3) Menggambarkan jaringan kerja yang menghubungkan keseluruhan kegiatan.
- 4) Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk tiap kegiatan.
- 5) Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Ini yang disebut jalur kritis.
- 6) Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengembalian proyek.



Jalur kritis memiliki sifat atau ciri-ciri sebagai berikut (Gitosudarmo dalam Rahmawati ,2007):

1. Jalur kritis merupakan jalur yang mempunyai waktu terpanjang dalam proses produksi.
2. Jalur kritis tidak memiliki tenggang waktu antara waktu selesainya suatu tahap kegiatan dengan waktu mulainya suatu tahap kegiatan yang lain dalam proses produksi.

2.4.2 Diagram Jaringan Kerja

Adapun cara pembuatan diagram kerja untuk menyelesaikan suatu proyek secara keseluruhan ditulis dalam bentuk simbol-simbol, yaitu (Rahmawati, 2007) :

1. 

Anak panah melambangkan kegiatan (*activity*) yang merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan, kegiatan mengkonsumsi waktu dan sumber daya serta mempunyai waktu mulai dan berakhir.

2. 

Lingkaran melambangkan peristiwa yang menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan.

3. 

Anak panah terputus-putus melambangkan kegiatan semu (*dummy activity*).

semu bukan suatu kegiatan senyatanya dan tidak memerlukan alokasi daya (waktu dan biaya).



Dalam menyusun analisa jaringan kerja ada langkah-langkahnya (Rahmawati, 2007) sebagai berikut :

1. Menginvestasikan kegiatan-kegiatan yang diperlukan dalam proses produksi secara keseluruhan.
2. Menentukan urutan pekerjaan yang akan dilakukan.
3. Menentukan perhitungan waktu yang diperlukan untuk setiap jenis kegiatan di dalam produksi.
4. Penyusunan diagram *network*/jaringan kerja.
5. Menentukan jalur kritis.

Dalam menggambarkan diagram jaringan kerja, lingkaran dan anak panah melukiskan hubungan antar kegiatan-kegiatan dalam pelaksanaan proyek. Arti dari penggunaan simbol tergantung pada model yang dipakai dalam pembuatan diagram jaringan kerja.

Menurut Schroeder dalam rahmawati (2007), Ada dua macam model jaringan kerja untuk pembuatan jaringan kerja, yaitu:

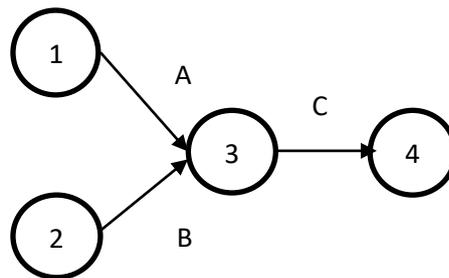
1. Model *activity on arc (AOA)*

AOA adalah model jaringan kerja yang menekankan titik hubungan kegiatan yang berorientasi pada peristiwa dengan menggunakan anak panah untuk menggambarkan kegiatan (*activity*) dan lingkaran (*node*) untuk menggambarkan kejadian atau peristiwa (*event*). Sebuah *event* adalah titik dimana ada satu atau lebih kegiatan yang diselesaikan dan satu atau lebih kegiatan dimulai. Sebuah kegiatan memerlukan waktu serta sumber daya.



Model ini digunakan untuk menggambarkan jaringan kerja dengan metode *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*.

Gambar di bawah ini menunjukkan bahwa hubungan kegiatan pendahulu diperlukan agar sebuah kejadian tidak terjadi sebelum aktivitas yang mendahuluinya selesai (kejadian 4 tidak dapat terjadi sebelum aktivitas A,B dan C selesai).



Gambar 5. Diagram Jaringan Kerja AOA

○ = Kejadian

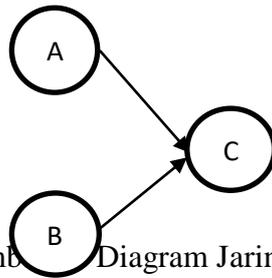
→ = Kegiatan

2. Model *activity on node (AON)*

AON adalah model diagram jaringan kerja yang berorientasi pada kegiatan dengan menggunakan lingkaran (*node*) untuk menggambarkan kegiatan dan anak panah menunjukkan urutan kegiatan dimana kegiatan harus dilaksanakan. Model ini digunakan untuk menggambarkan jaringan kerja dengan metode jalur kritis (CPM).



Pada gambar di bawah ini hubungan kegiatan pendahulu diperlukan agar sebuah aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas yang mendahuluinya selesai (aktivitas C tidak dapat dimulai sebelum aktivitas A dan B selesai).



Gambar 2.5 Diagram Jaringan Kerja AON

○ = Kegiatan

→ = Kejadian

2.5 Produktivitas

Secara teknis produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) atau perbandingan antara hasil yang dicapai dengan peran tenaga kerja persatuan waktu. Produktivitas dapat digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan suatu industri atau galangan kapal dalam menghasilkan barang atau jasa. Sehingga semakin tinggi perbandingannya, berarti semakin tinggi produk yang dihasilkan. (Putra dkk, 2017).

Dalam proses perakitan kapal, beberapa jenis kegiatan seperti *lifting*, *fitting*, dan

akan sangat mempengaruhi durasi/waktu perakitan kapal. Oleh karena itu

perlu diketahui berapa besar produktivitas pekerjaan seperti *lifting*, *fitting* dan



welding. Dalam penelitian ini nilai produktifitas didapatkan dari buku PT.PAL yang berjudul *Instruction Manual Jam Orang Standar* yang dapat dilihat pada Tabel 1 .

Tabel 1. Produktifitas pekerjaan PT.PAL Indonesia

Nama Kegiatan	Produktifitas
<i>Lifting</i>	0,537
<i>Fit Up</i>	0,079
<i>Welding</i>	0,133

2.6 Durasi Aktivitas

Produktivitas pekerja digunakan sebagai sumber ketidakpastian untuk menyusun jadwal probabilistik. Dari data produktivitas, dapat diperoleh durasi kegiatan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktifitas}}$$

Dalam pemodelan ketidakpastian dalam simulasi dipergunakan sebuah PDF (Probability Density Function)/fungsi distribusi probabilitas. Dalam praktek konstruksi, fungsi distribusi probabilitas yang dijadikan dasar pemodelan simulasi tidak diketahui secara pasti. Namun seringkali direkomendasikan para ahli bahwa untuk memodelkan durasi dari aktivitas konstruksi sebagai langkah efisien dan akurat dipakai jenis PDF kontinyu yang fleksible, yang dapat memiliki bentuk.

2.7 Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menunjukkan progres proyek yang dapat dilihat visual, sehingga kita bisa mendapat gambaran sejauh mana proyek telah

Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %)



kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horisontal. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek. Nantinya kurva S dapat dijadikan kontrol pelaksanaan proyek agar sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan sehingga proyek tidak mengalami keterlambatan.

