

SKRIPSI

PERENCANAAN KEBUTUHAN JURU POTONG, MESIN POTONG, OKSIGEN DAN GAS PADA PERAKITAN LAMBUNG KAPAL FERRY 300 GT

*Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



Oleh :

MUHAMMAD AWALUDDIN

D311 14 308

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA
2018**



**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

Tugas Akhir diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti ujian akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

**PERENCANAAN KEBUTUHAN JURU POTONG , MESIN
POTONG, OKSIGEN DAN GAS PADA PERAKITAN LAMBUNG
KAPAL FERRY 300 GT**

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD AWALUDDIN
D311 14 308**

Gowa, 31 Desember 2018
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing 1



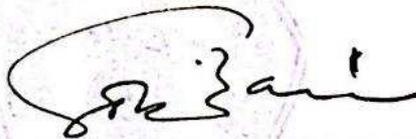
Dr. Ir. SYAMSUL ASRI, MT.
NIP : 19650318 199103 1 003
002

Dosen Pembimbing 2



WAHYUDDIN, ST. MT.
NIP : 19720202 199003 1

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. SUANDAR BASO ST. MT.
NIP : 19730206 2000 12 1 002



“PERENCANAAN KEBUTUHAN JURU POTONG, MESIN POTONG, OKSIGEN DAN GAS PADA PERAKITAN LAMBUNG KAPAL FERRY 300 GT”

Oleh: Muhammad Awaluddin

Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.

Pembimbing 2 : Wahyuddin, ST. MT.

ABSTRAK

Dalam proses pembangunan kapal, material merupakan hal sangat penting untuk direncanakan kebutuhannya. Material pembangunan kapal terdiri dari pelat baja dan profil. Kebutuhannya penting direncanakan karena prosentase biaya material terhadap total biaya pembangunan kapal adalah sangat besar. Sehingga perencanaan kebutuhannya harus efektif dan efisien. Hal tersebut dapat dicapai melalui perencanaan pola pemotongan (*nesting*) pelat. Berdasarkan urgensi perencanaan kebutuhan material pada perakitan lambung kapal, tujuan penelitian ini adalah mengetahui jumlah kebutuhan dari juru pemotongan, mesin pemotongan, oksigen dan gas (LPG). Pencapaian tujuan dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dan perencanaan *nesting*. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa total panjang pemotongan lambung adalah 3702,85 m dengan rincian panjang pemotongan pelat adalah 3659,65 m dan profil adalah 81,60 m. Kebutuhan oksigen dan gas adalah 1008,95 m³ oksigen dan 420,78 kg gas. Kebutuhan juru potong adalah 1 orang dan mesin potong CNC sebanyak 1 unit dengan waktu pengerjaan selama 21,5 hari. Ratio kumulatif panjang pemotongan terhadap berat lambung kapal adalah 35,24 m/ton. Ratio kumulatif kebutuhan oksigen dan gas terhadap berat lambung kapal adalah 9,60 m³/ton dan 4,00 kg/ton. Hasil terakhir yaitu indeks beban pekerjaan pemotongan terbesar terdapat pada blok HS 1 dengan nilai 1,13 dan indeks beban pemotongan terkecil pada blok HS 6 dengan nilai 0,73.

Kata kunci: *Pemotongan, Nesting, Juru Potong, Mesin Potong, Oksigen, Gas, Rasio, Indeks.*



“THE PLANNING OF CUTTING OPERATOR, CUTTING MACHINE, OXYGEN, AND GAS NEEDS ON THE HULL ASSEMBLY OF FERRY 300 GT”

By : Muhammad Awaluddin

Department of Naval Architecture, Faculty of Engineering Hasanuddin University

1st Supervisor : Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.

2nd Supervisor : Wahyuddin, ST. MT.

ABSTRACT

On the shipbuilding process, materials needs are the most important to be planned. The material of construction of the ship consists of steel plates and profiles. The planning of material needs was essential to be done, as a percentage of the cost of the material to the total cost of construction of the ship is very large. Furthermore, the planning of necessity must be effective and efficient, which achieved by creating a good nesting plan. Based on the urgency of planning material requirements in hull assembly, the purpose of this research is to know the number of the needs of workers: cutting, machine cutting, oxygen, and gas (*LPG*). Achievement of goals is done using quantitative methods and nesting. Research result shows that the total length of hull cutting was 3702,85 m with the length detail of plate cutting was 3659,65 m, and the profile was 81,60 m. While oxygen and gas, needs was 1008,95 m³ and 420,78 kg. The duration of the work for 21.5 days, will take 1 person labor cuts and 1 unit CNC machines. Cumulative ratio of cutting length to the weight of ship hull was 35,24 m/ton. While Cumulative ratio of oxygen and gas needs to the ship hull weight was 9,60 m³/ton and 4,00 kg/ton. Furthermore, the final result cutting workload index with 1,13 (HS 1) is the biggest and 0,73 (HS 6) is the smallest.

Keywords: *Cutting, Nesting, Cutting Operator, Cutting Machine, Oxygen, Gas, Ratio, Index.*



KATA PENGANTAR

Assalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Segala puji hanya bagi Allah SWT Yang Maha Agung, yang kami berdzikir kepadaNya setiap saat. Rahmat dan keselamatan semoga tetap dilimpahkan pada sang suri teladan penghulu keluhuran Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarganya dan para sahabat-sahabatnya yang semuanya telah menjadi bintang penerang bagi penulis untuk melakukan dan menyelesaikan karya ilmiah ini berupa tugas akhir (Skripsi).

Penelitian ini merupakan tugas akhir sebagai syarat kelulusan dan meraih gelar Sarjana Teknik Universitas Hasanuddin. Skripsi ini berisi penelitian tentang perencanaan kebutuhan juru potong, mesin potong, oksigen dan gas pada perakitan lambung kapal ferry Ro-Ro 300 GT.

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 dan metode pembuatan pola pemotongan (*nesting*).

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, 09 Desember 2018

Muhammad Awaluddin



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, segala puji dan syukur bagi Allah SWT, sebaik-baik penolong yang menghendaki penelitian ini terselesaikan. Shalawat dan salam teruntuk baginda Rasulullah SAW, sebaik-baik manusia yang pernah ada dan datang memberi peringatan dan kabar gembira, beserta para sahabat-shahabiyah, tabi'in-tabi'uttabiin, ulama-ulama ahlusunnah dan seluruh manusia yang ittizam di atas manhaj yang baginda Rasulullah SAW bawa.

Sepintar-pintar manusia adalah manusia yang berpegang teguh 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 Terkasih penulis yaitu Ayahanda Wahyuddin dan Ibunda Hajare, dan Saudara penulis Imanuddin.
2. Bapak. Dr. Ir. Syamsul Asri, MT. Selaku Pembimbing 1, terima kasih yang begitu besar karena telah memberikan bantuan, bimbingan, arahan.
3. Bapak Wahyuddin, ST, MT. Selaku Pembimbing 2, terima kasih yang begitu besar untuk masukan, arahan dan bimbingannya.
4. Bapak Farianto Fachruddin, ST., MT., Bapak Mohammad Rizal, ST., MT., dan Bapak Ir. Zulkifli, MT. Selaku dosen penguji, terima kasih yang begitu besar untuk masukan, arahan dan bimbingannya.
5. Bapak Dr. Eng. Suandar Baso, S.T. MT. Selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak / Ibu Dosen, Staf, dan seluruh civitas akademik Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



7. Kepada saudara–saudari Angkatan 2014 Teknik Perkapalan dimana penulis tidak dapat menyebut satu-persatu. Suatu kehormatan penulis dapat melewati masa-masa perkuliahan bersama kalian.
8. Kepada keluarga besar Ztringer yang selalu ada dalam segala hal.
9. Kepada saudara-saudari Labo Produksi Angkatan 2014 (Ustaz Syawal, Komandan Guntur, Arfah Dg Kulle, Accang PAX, Uppi Commo, Pung Aji Fathul, Agus Mane, Om Saharuddin Aries Marine, Bapak Zein, Tia Korc, Si Kecil Henni, dan Bunda Chika.
10. Kepada teman-teman KKN Gel. 96 Desa Tamangapa, Kecamatan Ma’rang, Kabupaten Pangkep.
11. Kepada saudara-saudari seperjuangan IMPS Kooperti Universitas Hasanuddin
12. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyelesaian tugas akhir ini.

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

Gowa, 09 Desember 2018

Muhammad Awaluddin



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Karakteristik Kapal Ferry	5
Teknologi Produksi Kapal	7
Metode Nesting.....	12
Efektivitas.....	17



2.4.1	Unsur Produktivitas.....	17
2.4.2	Manfaat Produktivitas	18
2.4.3	Produktivitas Kerja.....	18
2.4.4	Metode pengukuran Waktu	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Jenis Penelitian	25
3.2	Jenis Data.....	25
3.3	Tahapan Analisis Data.....	26
3.3.1	Tahap I	26
3.3.2	Tahap II.....	26
3.3.3	Tahap III.....	26
3.3.4	Tahapan IV.....	26
3.4	Kerangka Pikiran Penelitian	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
4.1	Ukuran Utama Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT	28
4.2	<i>Lines Plan</i> dan Rencana Umum Kapal.....	29
4.2.1	<i>Lines Plan</i>	29
4.2.2	Rencana Umum Kapal	29
	Rencanakan Konstruksi Lambung Kapal.....	29
	Rencanakan Block Plan.....	30



4.5	Rincian Komponen Konstruksi Lambung Kapal.....	31
4.6	Perhitungan Panjang Pemotongan	34
4.6.1	Mengidentifikasi Material	34
4.6.2	Penyusunan Pola Pemotongan Pelat (<i>Nesting</i>)	42
4.6.3	Penentuan Panjang Pemotongan	43
4.7	Perhitungan Kebutuhan Gas dan Oksigen	48
4.8	Perhitungan Kebutuhan Jumlah Juru Potong dan Mesin CNC (<i>Computer Numerical Control</i>).....	51
4.9	Pembahasan/Diskusi	56
4.9.1	Beban Kerja Pemotongan.....	56
4.9.2	Indeks Beban Kerja Pemotongan	58
4.9.3	Tingkat Kebutuhan Oksigen dan Gas.....	59
BAB 5 PENUTUP.....		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		64



DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Hasil dari Nesting Berdasarkan Metode Heuristik	15
Tabel 2-2 Performance Rating Dengan Sistem Westing House	22
Tabel 4-1 Ukuran Utama Kapal Sampel	28
Tabel 4-2 Dimensi dan Berat Blok Lambung Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT	30
Tabel 4-3 Pengkodean Komponen Konstruksi Blok HS4	35
Tabel 4-4 Panjang Pemotongan Pelat Lambung Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT	44
Tabel 4-5 Panjang Pemotongan Profil Lambung Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT	46
Tabel 4-6 Panjang Pemotongan Lambung Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT	46
Tabel 4-7 Panjang Pekerjaan per Botol Oksigen dan Gas LPG Berdasarkan Hasil Wawancara	48
Tabel 4-8 Kebutuhan Oksigen dan Gas pada Pemotongan Lambung Kapal	50
Tabel 4-9 Perhitungan Kebutuhan Juru Potong, Mesin Potong dan Waktu Pengerjaan Pemotongan Pelat	52
Tabel 4-10 Perhitungan Kebutuhan Juru Potong, Mesin Potong dan Waktu Pengerjaan Pemotongan Profil	54
Tabel 4-11 Perhitungan Kebutuhan Juru Potong, Mesin Potong dan Waktu Pengerjaan Pemotongan Lambung Kapal	54
Tabel 4-12 Rasio Panjang Pemotongan Terhadap Berat Kapal	57
Tabel 4-13 Indeks Beban Kerja Pemotongan	58
4 Rasio Kebutuhan Oksigen dan Gas dengan Berat Kapal	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Sejarah Perkembangan Metode Pembangunan Kapal	7
Gambar 2-2 Komponen-komponen Teknologi PWBS	11
Gambar 2-3 Diagram kerja/ kesimpulan cara kerja dari pada pengaturan dasar sistim heuristic (rule-based heuristic nesting sistim).	13
Gambar 2-4 Layout Pengaturan Dasar Heuristic pada Pola Beraturan, a. tanpa memperhatikan sudut dari pada pola. b. memperhatikan sudut dari pada pola.....	14
Gambar 2-5 Layout Pengaturan Dasar Heuristic pada Pola Tidak Beraturan, a. tanpa memperhatikan sudut dari pada pola. b. memerhatikan sudut dari pada pola.....	14
Gambar 2-6 Layout Pengaturan Pola Besar hingga pola Kecil dari Pola Tidak Beraturan.	15
Gambar 2-7 Pola Pemotongan pada Satu Lembaran Pelat.....	16
Gambar 4-1 Pembagian Blok Lambung Ferry Ro-Ro 300 GT.....	30
Gambar 4-2 Pembagian Blok Lambung Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT	31
Gambar 4-3 Blok Lambung Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT	32
Gambar 4-4 Pembagian Blok Menjadi Sub-Blok	33
Gambar 4-5 Pembagian Sub-Blok Menjadi Komponen-Komponen	34
Gambar 4-6 Kode/ Penamaan Komponen Pada Satu Lembar Pelat	41
Gambar 4-7 Pola Pemotongan Datar Beraturan.....	42
Gambar 4-8 Pola Pemotongan Datar Tidak Beraturan	42



Gambar 4-9 Pola Pemotongan Datar Tidak Beraturan	43
Gambar 4-10 Panjang Pemotongan Pelat.....	43
Gambar 4-11 Grafik Panjang Pemotongan Per Blok	47
Gambar 4-12 Grafik Kebutuhan Juru Potong dan Waktu Pengerjaan	56
Gambar 4-13 Ilustrasi 3D Blok HS 1	57
Gambar 4-14 Ilustrasi 3D Blok HS 6.....	57



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri galangan kapal (*shipyard*) merupakan suatu industri yang menghasilkan produk-produk seperti kapal (*ships*), bangunan apung (*floating plants*) dan struktur bangunan lepas pantai (*offshore structures*). Salah satu jenis kapal yang diproduksi adalah kapal ferry ro-ro, yaitu kapal penyeberangan yang mempunyai ukuran bentuk lambung yang cukup lebar. Hal ini dikarenakan kapal ferry ro-ro digunakan untuk mengangkut muatan seperti kendaraan, barang dan penumpang. Di Indonesia yang merupakan daerah kepulauan kapal ferry ro-ro banyak digunakan sebagai media penyeberangan lintas pulau.

Dalam proses pembangunan kapal, material merupakan hal sangat penting untuk direncanakan kebutuhannya. Dalam proses pembangunan kapal penggunaan material antara lain pelat baja dan profil. Untuk merencanakan kebutuhan material pelat baja dan profil sesuai perencanaan konstruksi kapal, diperlukan perencanaan pola pemotongan (*nesting*).

Mengingat besarnya persentasi biaya material terhadap total biaya proyek, kegiatan pemotongan material harus dilakukan secara efektif dan efisien. Hal ini dapat dicapai dengan membuat perencanaan *nesting*. Dengan demikian, masalah ini

perlu mendapat perhatian khusus dari pihak galangan kapal (bagian perencanaan



Aspek penting lainnya berpengaruh terhadap pemotongan material yaitu sumber daya, dalam hal ini juru potong, mesin potong, oksigen dan gas. Juru potong (operator) memegang peranan penting dalam pemotongan. Oleh karena itu perlu diketahui mengenai kemampuan juru potong, agar dapat menentukan penggunaan peralatan penunjang lain seperti mesin potong, oksigen dan gas.

Dari uraian di atas, penulis melakukan penelitian tertuang dalam suatu skripsi dengan judul **“Perencanaan Kebutuhan Juru Potong, Mesin Potong, Oksigen dan Gas pada Perakitan Lambung Kapal Ferry 300 GT”**. Dengan target keluaran yaitu mengetahui jumlah kebutuhan juru potong, mesin potong, oksigen dan gas.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini rumusannya adalah sebagai berikut:

1. Berapa beban kerja pemotongan?
2. Berapa jumlah juru potong?
3. Berapa jumlah kebutuhan mesin potong?
4. Berapa jumlah kebutuhan oksigen dan gas?



1.3 Batasan Masalah

Agar mempermudah dalam pelaksanaan pengerjaan tugas akhir ini dalam menghindari luasnya pembahasan, serta untuk lebih mengarahkan fokus dalam pengerjaannya, maka analisa ini dibatasi beberapa hal:

1. Mesin Potong yang digunakan adalah mesin potong CNC Cutting.
2. Tugas akhir ini hanya membahas pemotongan saat proses fabrikasi.
3. Kampuh yang digunakan adalah kampuh I
4. Pola Pemotongan (*Nesting*) dibuat per blok
5. Pada penulisan tugas akhir ini tidak membahas perpipaian dan permesinan.
6. Penggunaan gas dan oksigen pada saat *marking* tidak dihitung

1.4 Tujuan

Berdasarkan poin-poin rumusan masalah, tujuan penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Menghitung beban kerja pemotongan.
2. Menentukan jumlah juru potong.
3. Menentukan jumlah kebutuhan mesin potong.
4. Menghitung jumlah kebutuhan oksigen dan gas.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah:



1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan untuk menentukan jumlah penggunaan juru potong, mesin potong, oksigen dan gas untuk pengerjaan suatu proyek.
2. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran untuk suatu instansi tertentu.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan adalah membagi kerangka masalah dalam beberapa bagian, secara garis besarnya terdiri atas 5 bab sebagai berikut :

BAB 1 : Pendahuluan bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah yang spesifik berfokus pada kebutuhan juru, peralatan dan material dalam pemotongan, tujuan masalah serta sistematika penulisan.

BAB 2 : Landasan teori, bab ini menjelaskan teori–teori berkaitan dengan pembahasan pemotongan.

BAB 3 : Metode Penelitian, bab ini menjelaskan jenis penelitian lokasi dan waktu penelitian, perolehan data, penyajian data dan kerangka pemikiran.

BAB 4 : Hasil dan Pembahasan, bab ini menjelaskan tentang hasil dari pengolahan data dan penelitian.

BAB 5 : Penutup, bab ini menjelaskan kesimpulan dari analisa data dan saran–

saran.

staka



BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Karakteristik Kapal Ferry

Kapal Ferry berfungsi sebagai moda transportasi penyeberangan barang dan penumpang dengan jarak pelayaran relatif pendek dalam melintasi sungai, danau dan penyeberangan antar pulau. Sebagai produk suatu teknologi transportasi, maka sebuah kapal ferry mempunyai ciri-ciri umum sebagai berikut:

1. Geladak disyaratkan dengan lebar cukup besar untuk pengangkutan kendaraan agar arus keluarnya kendaraan menjadi cepat.
2. Penempatan kendaraan sedemikian rupa agar terlindungi dari hempasan air;
3. Pintu ramp, baik itu di depan dan di belakang maupun di samping

Karakteristik spesifik dari kapal Ferry Ro-Ro adalah bongkar muat secara horizontal dengan menggunakan roda dari dan ke dalam kapal melalui *ramdoor* kapal.

Menurut Hadisuwarno (1996) umumnya bentuk muatan diangkut dengan kapal ferry adalah:

1. Bisa bergerak sendiri, misalnya mobil.
2. Barang-barang di atas truk dan penumpang dalam bus.
3. Barang-barang di atas roll pallet.

Container di atas chasiss.

umpang.



Umumnya jenis kendaraan diangkut oleh kapal Ferry menurut PT. ASDP

Indonesia Ferry dibagi dalam beberapa golongan, yaitu:

1. Golongan I = Sepeda gunung
2. Golongan II = Sepeda motor
3. Golongan III = Mobil roda 4 (jeep, sedan, pick up, sejenisnya) dengan ukuran 4,2 x 1,7 x 2,0 m
4. Golongan IV = Bus sedang dan truk sedang dengan ukuran 6,3 x 2,3 x 2,8
5. Golongan V = Bus besar dan truk besar 10 roda dengan ukuran 8,5 x 2,5 x 3,7 m
6. Golongan VI A = Alat berat (roda karet)
7. Golongan VI B = Alat berat (roda besi)

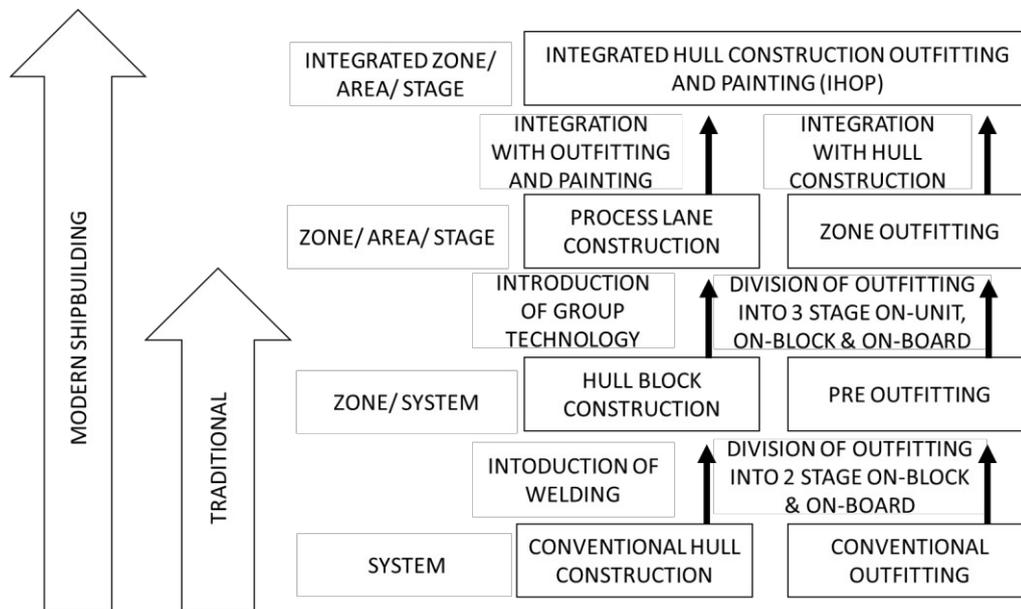
Menurut Sastrowidongso (2000) peraturan pemuatan kendaraan–kendaraan di kapal ferry adalah:

1. Ruang untuk kendaraan, tinggi ruang kendaraan mobil kecil/sedang minimal 2,5 m, kendaraan truk 3,8 m dan trailer 4,75 m.
2. Jarak minimal kendaraan sisi kiri dan kanan 60 cm dan jarak antara muka dan belakang 30 cm.
3. Jarak antara dinding kapal dengan kendaraan 60 cm.
4. Antara pintu ramp haluan dengan sekat tubrukan dan pintu ramp buritan dengan sekat buritan tidak boleh dimuati kendaraan.



2.2 Teknologi Produksi Kapal

Menurut Chirillo (1982) perkembangan teknologi produksi bangunan kapal dapat dibagi ke dalam empat jenis tahapan sesuai dengan teknologi yang digunakan pada proses produksinya seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2-1 Sejarah Perkembangan Metode Pembangunan Kapal
(Sumber: Chirillo, 1982)

Adapun tahapan yang dimaksud yaitu:

1. *Conventional Hull Construction and Outfitting.*
2. *Hull Block Construction and Zone Outfitting.*
3. *Process-lane Hull Construction and Zone Outfitting.*
4. *Integrated Hull Construction, Outfitting, and Painting.*



utama, *Conventional Hull Construction and Outfitting* merupakan teknologi yang berorientasi pada sistem atau fungsi yang ada di kapal dan pekerjaan

pembangunan kapal terpusat pada *building berth*. Proses pekerjaan diawali dengan peletakan lunas, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan gading, kulit dan seterusnya sampai ke bangunan atas dan diakhiri pada pekerjaan *out-fitting* (O/F) yang mana pekerjaan tersebut dilakukan berdasarkan sistem per sistem.

Tahap ini merupakan penerapan teknologi paling konvensional dengan tingkat produktivitas yang sangat rendah. Hal ini dikarenakan semua lingkup pekerjaan dilakukan secara berurutan dan memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya. Sehingga memberikan konsekuensi dalam penggunaan waktu yang cukup lama dan mutu pekerjaan yang dihasilkan sangat rendah. Hal ini dikarenakan, hampir semua pekerjaan dilakukan secara manual pada *building berth*, di mana kondisi lingkungan kerja sangat tidak mendukung dari segi keamanan, kenyamanan, dan kemudahan kerja.

Selanjutnya gambaran tentang proses pada tahap ini adalah pertama-tama lunas diletakkan kemudian komponen-komponen konstruksi kapal seperti gading-gading, penegar-penegar, *wrang* dan kulit dipasang berurutan. Bila lambung kapal telah selesai, barulah pekerjaan *outfitting* dimulai. Pekerjaan *outfitting* direncanakan dan dikerjakan sistem demi sistem, seperti pemasangan ventilasi, sistem pipa, listrik dan mesin. Pengorganisasian pekerjaan sistem demi sistem ini merupakan halangan untuk mencapai produktivitas yang tinggi. Mengatur dan mengawasi pekerjaan pembuatan kapal dengan menggunakan ratusan pekerja

sangat sukar. Kegagalan seorang pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang dibutuhkan oleh pekerja lain sering mengakibatkan *overtime* untuk pekerjaan tersebut dan *idleness* bagi pekerja yang lain. Selain itu, hampir semua



aktivitas produksi dikerjakan di *building berth* pada posisi yang relatif sulit. Dengan demikian semua keadaan tersebut pada prinsipnya akan menghalangi usaha-usaha meningkatkan produktivitas.

Kedua, *Hull Block Construction Method (HBCM) and Pre Outfitting* merupakan teknologi pembangunan kapal yang diawali sejak dikenal dan dikembangkannya teknologi pengelasan pada proses pembangunan kapal, dimana kapal sudah sudah dibuat dalam bentuk seksi-seksi dan blok-blok yang kemudian disambung satu sama lain melalui pengelasan menjadi badan kapal pada *building berth*. Selain itu, beberapa pekerjaan *outfitting* sudah mulai dilakukan pada blok atau badan kapal yang sudah jadi.

Dengan menerapkan teknologi *HBCM and Pre Outfitting*, keluaran (*output*) dalam satuan *ton-steel/year* mengalami peningkatan dan mutu pekerjaan yang dihasilkan menjadi lebih baik. Hal ini dikarenakan oleh volume pekerjaan pada *building berth* berkurang dan pekerjaan pengelasan lebih banyak dilakukan pada bengkel-bengkel dengan kondisi lingkungan kerja yang lebih nyaman, aman dan mudah. Pekerjaan pengelasan juga sudah dapat dilakukan dengan menggunakan mesin las semi-otomatis dengan posisi *down-hand*.

Ketiga, *Process-lane Hull Construction and Zone Outfitting* merupakan teknologi produksi bangunan kapal yang sudah dapat dikategorikan sebagai teknologi modern. Pada teknologi ini sudah mulai diperkenalkan dan diterapkan

konsep *Group Technology* dalam proses pembangunan badan kapal (*Hull*) pekerjaan *outfitting* (Storch, 1995). Ranson (1972) memberikan definisi dari



Group Technology sebagai pengaturan dan pentahapan yang berdasarkan logika dalam seluruh aspek pelaksanaan perusahaan untuk memperoleh keuntungan dari produksi massal (*mass-product*) yang memiliki keragaman jenis dan kuantitas produk.

Penggunaan *Group Technology* dalam proses pembangunan kapal dikarenakan rendahnya produktivitas (*high cost*) yang dicapai dalam pembangunan kapal (Storch, 1995) utamanya dalam kurun waktu tahun 1970 sampai dengan tahun 1980 (Hammon, 1980).

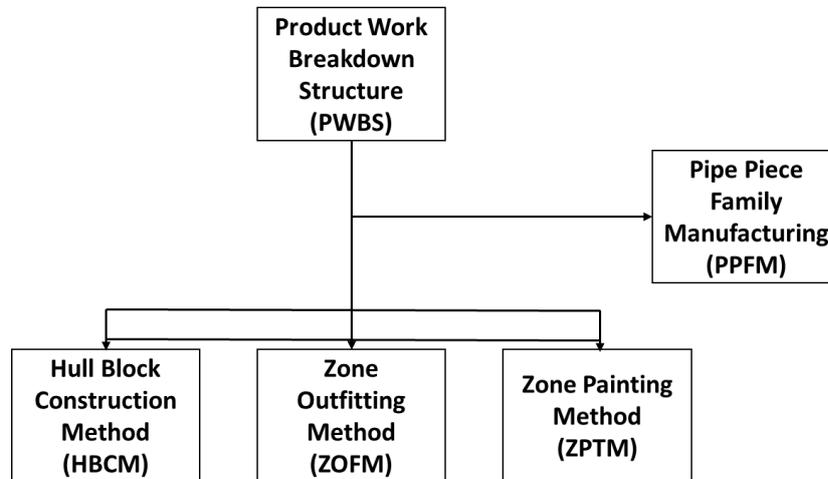
Melalui konsep *Group Technology* ini, Okayama dan Chirillo (1982) mengemukakan bahwa proses produksi bangunan kapal telah diarahkan pada sistem yang berorientasikan produk yang dikenal dengan sebutan “*Product-Oriented Work Breakdown Structure (PWBS)*”. Adapun komponen atau lingkup pekerjaan dari sistem PWBS dikelompokkan dalam empat metode yaitu:

- *Hull Block Construction Method (HBCM)*.
- *Zone Outfitting Method (ZOFM)*.
- *Zone Painting Method (ZPTM)*.
- *Pipe Piece Family Manufacturing (PPFM)*.

Selanjutnya untuk lebih memperjelas tentang komponen *Product-oriented Work Breakdown Structure (PWBS)*, skema komponen PWBS diperlihatkan pada

2.2





Gambar 2-2 Komponen-komponen Teknologi PWBS
(Sumber: Storch, 1995)

Keempat, *Integrated Hull Construction, Outfitting and Painting (IHOP)*, merupakan tahapan berikutnya yang ditandai dengan suatu kondisi dimana pekerjaan pembuatan badan kapal, *Outfitting* dan pengecatan sudah diintegrasikan. Keadaan ini digunakan untuk menggambarkan teknologi yang paling *advance* di industri galangan kapal, yang hanya dapat dicapai oleh *Ishikawajima Harima Heavy Industry Co.Ltd. (IHI)*. Pada tahap ini proses pengecatan dilakukan sebagai bagian dari proses pembuatan kapal yang terjadi di setiap *stage*. Selain itu, karakteristik utama dari tahap ini adalah digunakannya teknik-teknik manajemen yang bersifat analitis, khususnya analisa statistik untuk mengontrol proses produksi atau dikenal sebagai *Accuracy Control System*.

Selain itu metode produksi ini akan dapat mengurangi waktu penyelesaian pembangunan kapal secara drastis. Metode ini juga memberikan keluwesan yang signifikan dalam memproduksi beragam blok yang berbeda dengan melengkapinya terlebih dahulu sebelum tahap *erection*. Metode ini akan membawa



dampak positif pada proses perencanaan dan koordinasi antara semua bagian organisasi yang terkait di galangan.

2.3 Metode Nesting

Yunyoung Kim (2003) mengemukakan bahwa peletakan pola pemotongan pelat (*nesting*) secara otomatis berdasarkan metode pendekatan pengaturan *heuristic* sangat cepat, tanpa intervensi manual, dan tanpa memperhatikan area sisa pemotongan bagian dalam pola potongan. Cara evaluasi pola pemotongan pelat secara berulang-ulang sampai mendapatkan hasil optimal dan efisien atau *rule-based heuristic approach*.

Pendekatan metode *heuristic*, digunakan untuk mendapatkan hasil sempurna dari beberapa karakteristik bentuk pola, penempatan pola berkarakteristik sama dan selanjutnya nomor pola berdekatan. Pada akhirnya perencanaan secara keseluruhan tergantung pada konfigurasi perletakan dari pola besar. Jika pola kecil dapat ditempatkan di antara pola besar, tidak akan berpengaruh besar terhadap perencanaan keseluruhan.

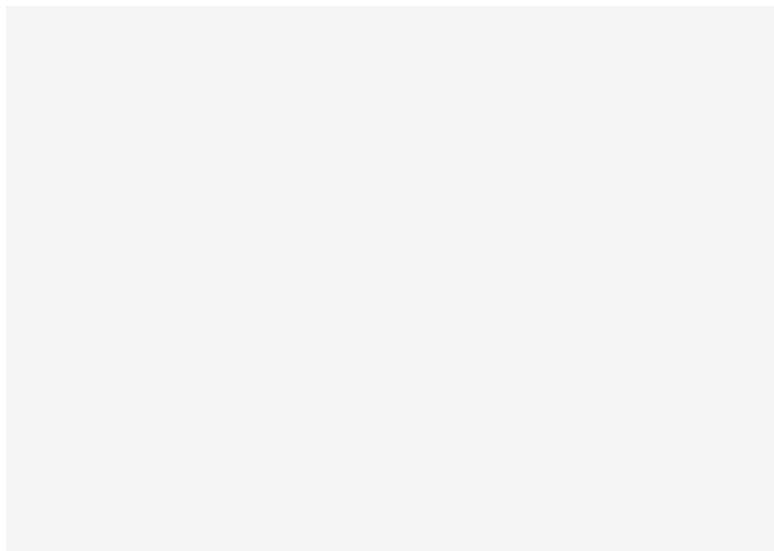
Sebelum proses *nesting* pola harus terlebih dahulu dipisah-pisahkan dari bentuk besar hingga bentuk kecil. Pemisahan dilakukan agar dapat ditentukan proses perletakan, dimana pola besar diletakan diawal. Setelah ditempatkan pola besar pada bagian tersisa haruslah pola besar kembali diletakkan pada tempat

Karena itu, perencanaan akhir dari *layout nesting* tergantung pada posisi atau penempatan dari pola besar, pola kecil tidaklah berpengaruh besar



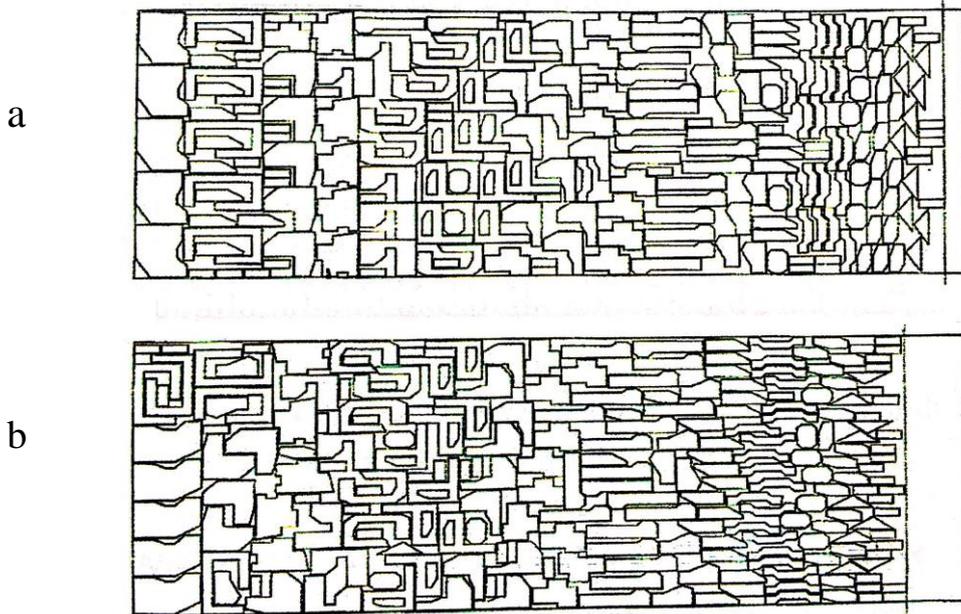
karena pola kecil dapat ditempatkan pada pola besar. Peletakan pola pada proses perencanaan dengan cara menggeser pola yang telah dibuat pada sistem *Auto-CAD*.

Sistem heuristic nesting berdasar pada peraturan pelatakan dua dimensi dengan menggunakan “Teknik peletakan pola secara geometric” dan “strategi efisiensi layout”. Pada Gambar 2.4 adalah diagram kerja/ kesimpulan cara kerja dari pada pengaturan dasar sistem heuristic (*rule-based heuristic nesting system*) pada Gambar 2.5 adalah gambar dari pengaturan dasar sistem heuristic nesting. Pada Gambar 2.6 adalah gambar dari pengaturan dasar sistem heuristic nesting pada pola tidak beraturan. Pada Gambar 2.7 adalah gambar dari pengaturan peletakan dari pola yang besar hingga yang kecil dari pola tidak beraturan.

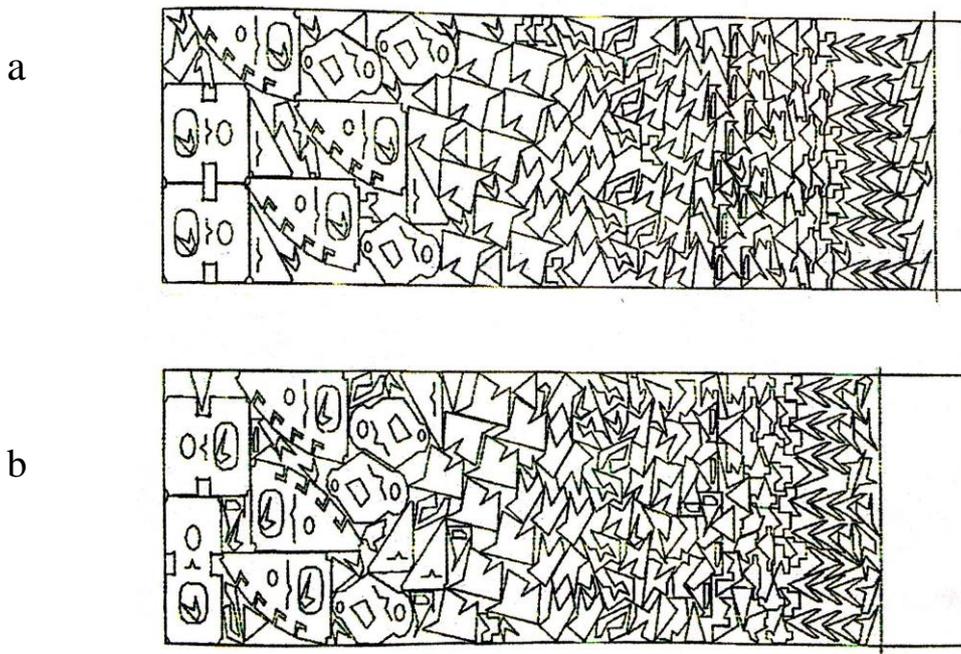


Gambar 2- 3 Diagram kerja/ kesimpulan cara kerja dari pada pengaturan dasar sistem heuristic (*rule-based heuristic nesting sistem*).



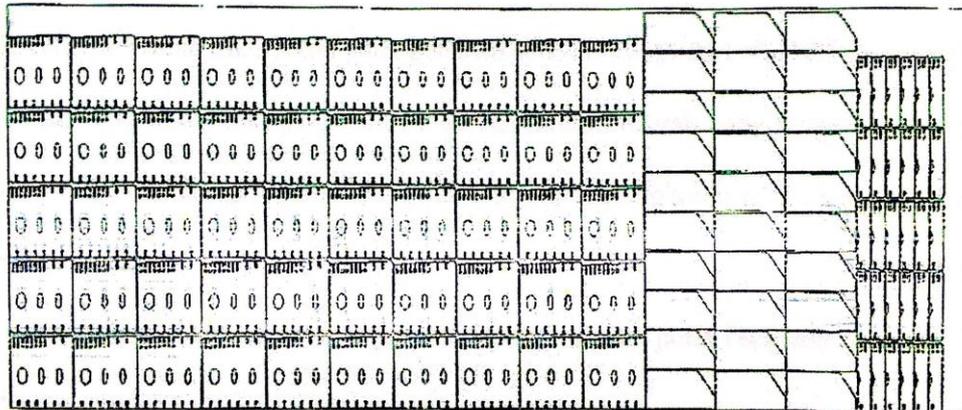


Gambar 2-4 Layout Pengaturan Dasar Heuristic pada Pola Beraturan, a. tanpa memperhatikan sudut dari pada pola. b. memperhatikan sudut dari pada pola.



Gambar 2-5 Layout Pengaturan Dasar Heuristic pada Pola Tidak Beraturan, a. memperhatikan sudut dari pada pola. b. memperhatikan sudut dari pada pola.





Gambar 2-6 Layout Pengaturan Pola Besar hingga pola Kecil dari Pola Tidak Beraturan.

Tabel 2-1 Hasil dari Nesting Berdasarkan Metode Heuristik

Hasil dari nesting berdasarkan metode heuristik			
Bentuk benda	Banyak bentuk	Sudut perputaran bentuk	Utilisasi rasio (%)
Beraturan	220	tidak diperhatikan	12,997 %
		Diperhatikan	17,45 %
Tidak beraturan	156	Tidak diperhatikan	7,552 %
		Diperhatikan	14,310 %
Beraturan dan tidak beraturan	110	0°	2,800

Nesting Gambar 2.4, dimana rasio utilisasi atau penempatan mencapai 12,977 % dan 17,45 %. Gambar 3.5, dimana rasio utilisasi atau penempatan mencapai 7.552 % dan 14,31 %. Gambar 2.6, dimana rasio utilisasi atau penempatan mencapai 2,8 %. Dimana Gambar 2.4, Gambar 2.5, dan Gambar 2.6 adalah sebagai

dimana semakin kecil semakin efisien hasilnya.



Tujuan dari nesting adalah meminimalkan daerah sisa pada pola dua dimensi. Jika keseluruhan dari daerah pola adalah konstan, maka fungsi objektifitas tidak perlu dihitung, karena sisa yang terdapat pada ujung daerah yang telah dikerjakan pada pelat itu sendiri. Fungsi dari objektifitas panjang daerah yang data dikerjakan dibuat setelah kolom daerah yang telah dikerjakan, dimana peletakannya berada di sebelah kanan lembaran pelat dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Adapun cara untuk mengevaluasi pemanfaatan pelat terpakai, dihitung dengan menggunakan rumus sebagaimana pada persamaan 2.1:

$$\eta = (W_L \times 100) / P_L \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

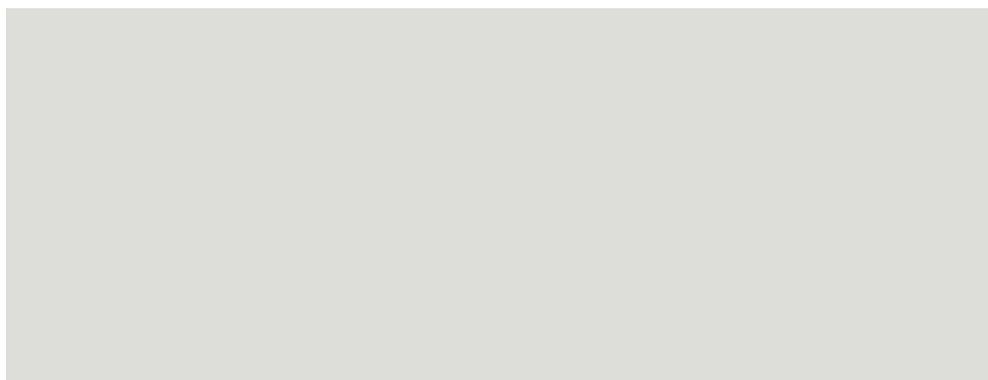
Dimana:

η = parameter efisiensi

W_L = Panjang sisa daerah dapat dikerjakan

P_L = Panjang pelat utama

Panjang pelat utama



Gambar 2-7 Pola Pemotongan pada Satu Lembaran Pelat



2.4 Produktivitas

2.4.1 Unsur Produktivitas

Beberapa unsur penting produktivitas perlu diketahui, yaitu:

1. Efisiensi

Produktivitas sebagai rasio output/input merupakan ukuran efisiensi pemakaian sumber daya (input). Efisiensi merupakan suatu ukuran dalam membandingkan penggunaan masukan (input) sesuai perencanaan dengan penggunaan masukan sebenarnya (teralisasi). Pengertian efisiensi berorientasi kepada masukan.

2. Efektivitas

Efektivitas merupakan suatu ukuran untuk memberikan gambaran seberapa jauh target dapat tercapai, baik secara kuantitas maupun waktu. Makin besar prosentase target tercapai, makin tinggi tingkat efektivitasnya. Konsep ini berorientasi pada keluaran. Peningkatan eektivitas belum tentu dibarengi dengan peningkatan efisiensi dan sebaliknya.

3. Kualitas

Secara umum kualitas adalah ukuran untuk menyatakan seberapa jauh pemenuhan persyaratan, spesifikasi, dan harapan konsumen. Kualitas merupakan salah satu ukuran produktivitas. Meskipun kualitas sulit diukur secara matematis sebagai rasio output/input, namun jelas bahwa kualitas input dan kualitas proses dapat meningkatkan kualitas output.



2.4.2 Manfaat Produktivitas

Menurut Vincent (1998) suatu organisasi perusahaan perlu mengetahui pada tingkat produktivitas mana perusahaan itu beroperasi, agar dapat membandingkannya dengan produktivitas standar perencanaan manajemen, mengukur tingkat produktivitas dari waktu, dan membandingkan dengan produktivitas industri sejenis dengan produk serupa.

Menurut Vincent (1998) manfaat pengukuran produktivitas dalam suatu organisasi perusahaan, antara lain:

1. Perusahaan dapat menilai efisiensi konvensi sumber dayanya, agar dapat meningkatkan produktivitas melalui penggunaan sumber-sumber daya tersebut.
2. Perencanaan sumber-sumber daya akan menjadi lebih efektif dan efisien melalui pengukuran produktivitas, baik dalam perencanaan jangka pendek maupun jangka panjang.
3. Tujuan ekonomis dan non ekonomis dari perusahaan dapat diorganisasikan kembali dengan cara memberikan prioritas tertentu dilihat dari sudut produktivitas.
4. Perencanaan target tingkat produktivitas di masa mendatang dapat dimodifikasi kembali berdasarkan informasi pengukuran tingkat produktivitas sekarang.

2.4.3 Produktivitas Kerja



Produktivitas kerja adalah kemampuan menghasilkan barang dan jasa dari sumber daya atau faktor produksi terpakai untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas hasil pekerjaan dalam suatu perusahaan.

Pengukuran produktivitas tenaga kerja menurut sistem pemasangan fisik perorangan atau per jam kerja orang diterima secara luas, namun dari sudut pandangan atau pengawasan harian, pengukuran-pengukuran tersebut pada umumnya tidak memuaskan, dikarenakan adanya variasi dalam jumlah yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk yang berbeda. Oleh karena itu, digunakan metode pengukuran waktu tenaga kerja (jam, hari atau tahun). Pengeluaran diubah ke dalam unit-unit pekerja umumnya diartikan sebagai jumlah hasil kerja dalam satu jam oleh pekerja terpercaya dan bekerja menurut pelaksanaan standar.

2.4.4 Metode pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah suatu usaha untuk menentukan lama pekerjaan dibutuhkan seorang operator dalam suatu pekerjaan spesifik pada tingkat kecepatan kerja normal dalam lingkungan kerja terbaik saat itu. Teknik pengukuran dapat digunakan adalah pengukuran waktu secara langsung.

Aktivitas pengukuran kerja pada dasarnya merupakan pengukuran proses sampling. Semakin besar jumlah siklus kerja diamati maka semakin mendekati kebenaran perolehan data. Konsistensi hasil pengukuran dan pembacaan waktu oleh *stopwatch* merupakan hal penting dan diinginkan dalam proses pengukuran kerja.

Untuk mendapatkan jumlah pengamatan seharusnya dilakukan (N'), maka terlebih

harus ditentukan derajat ketelitian dan tingkat kepercayaan pengukuran

dengan demikian untuk mendapatkan nilai N' digunakan rumus sebagai

samaan 2.2 (Wignjosoebroto, 2003):



$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

X = waktu untuk pengamatan dari setiap elemen kerja masing-masing siklus yang diukur

K = angka deviasi standard yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) yang diambil, dimana:

- Tingkat kepercayaan 68%, nilai k = 1
- Tingkat kepercayaan 95%, nilai k = 2
- Tingkat kepercayaan 99%, nilai k = 3

s = derajat ketelitian dari data yang diperoleh, menunjukkan maksimum persentase penyimpangan yang biasa diterima dari nilai x yang sebenarnya

N' = jumlah siklus pengukuran sebenarnya dilakukan agar diperoleh kesalahan minimum dengan mengestimasi x sebesar s

N = jumlah pengukuran data awal telah dilakukan untuk tiap elemen kerja

Kecukupan dan keseragaman data harus dipenuhi dalam pelaksanaan *time study*. Test keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara visual dan atau mengaplikasikan peta control (*control chart*). Test keseragaman data secara visual

secara sederhana, mudah dan cepat. Test keseragaman ini dilakukan melihat data terkumpul lalu mengidentifikasi data ekstrim. Data ekstrim masukkan dalam perhitungan selanjutnya. Sedangkan pada test



keseragaman data dengan menggunakan peta control, akan ditentukan batas control atas (BKA) dan batas control bawah (BKB) untuk perolehan data. Data melewati BKA dan BKB selanjutnya tidak digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

Nilai batas control atas (BKA) dan nilai batas control bawah (BKB) dapat digunakan rumus sebagai mana pada persamaan 2.3 dan 2.4 (Hari Purnomo, 2003):

$$BKA = \bar{x} + k. SD \dots \dots \dots (2.3)$$

$$BKB = \bar{x} - k. SD \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

BKA= Batas Kontrol Atas

BKB= Batas Kontrol Bawah

\bar{x} = nilai rata-rata jumlah waktu keseluruhan pekerjaan (detik)

k = angka deviasi standard yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) yang diambil, dimana:

- Tingkat kepercayaan 68%, nilai k = 1
- Tingkat kepercayaan 95%, nilai k = 2
- Tingkat kepercayaan 99%, nilai k = 3

SD = Standar Deviasi, dihitung menggunakan persamaan 2.5

$$SD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n-1} \dots \dots \dots (2.5)$$



giatan evaluasi kecepatan atau tempo kerja operator saat pengukuran kerja yang dikenal sebagai “*rating performance*” atau “*rating factor*”. *Rating*

factor umumnya dinyatakan dalam prosentase (%) atau angka desimal. Apabila operator bekerja secara normal maka *rating factor* ini diambil sama dengan satu ($p=1$). Westing House Company (1927) memperkenalkan sistem untuk menghitung *performance rating*, yang disebut *Westing House System's Rating*. Dalam sistem ini dianggap bahwa operator bekerja secara normal. Tetapi, dalam penentuan *performance rating*, Westing House menambahkan angka-angka berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor berpengaruh terhadap *performance* yaitu kecakapan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. Sehingga *performance rating* dapat diperoleh dengan menjumlahkan nilai *performance rating* untuk operator bekerja normal dengan jumlah keempat *rating factor terpilih* sesuai dengan pengajuan operator.

Tabel 2-2 Performance Rating Dengan Sistem Westing House

SKILL	EFFORT
+0,15 A1 Superskill	+0,13 A1 Superskill
+0,12 A2	+0,12 A2
+0,11 B1 Excellent	+0,10 B1 Excellent
+0,08 B2	+0,08 B2
+0,06 C1 Good	+0,05 C1 Good
+0,03 C2	+0,02 C2
+0,00 D1 Average	+0,00 D1 Average
-0,05 E1 Fair	-0,04 E1 Fair
-0,10 E2	-0,08 E2
-0,16 F1 Poor	-0,12 F1 Poor
-0,22 F2	-0,17 F2
CONDATION	CONSISTENCY



+0,06 A Ideal	+0,06 A Ideal
+0,04 B Excellent	+0,04 B Excellent
+0,02 C Good	+0,02 C Good
+0,00 D Average	+0,00 D Average
-0,03 E Fair	-0,03 E Fair
-0,07 F poor	-0,07 F poor

Setelah memperoleh nilai dari *performance rating*, selanjutnya waktu normal dapat dihitung dengan persamaan 2.6 (Wignjosoebroto, 2003) :

$$NT = OT \times \frac{\text{performance rating \%}}{100 \%} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

NT = waktu normal (*normal time*) (detik)

OT = waktu pengamatan (*observation time*) (detik)

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja menunjukkan bahwa seorang operatornya berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan kerja normal. Tapi, pada kenyataannya operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu untuk kebutuhan pribadi, istirahat melepas lelah, dan alasan lain di luar kontrol operator. Waktu-waktu tersebut termasuk dalam waktu longgar (*allowance time*) bisa diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance*. Waktu longgar (*allowance time*) diperoleh dengan Persamaan 2.7 (Wignjosoebroto, 2003).



$$\% \text{ allowance} = \frac{\text{rata-rata allowance}}{\text{observasi}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Sehingga, waktu baku diperoleh dari penambahan waktu normal dengan waktu cadangan seperti waktu untuk kebutuhan pribadi, kelelahan fisik, dan *delay*. Dengan demikian, waktu baku dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.8 (Wignjosoebroto, 2003) :

$$ST = NT \times \frac{100 \%}{100 \% - \% Allowance} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

ST = waktu baku (*standar time*) (menit/unit produk)

NT = waktu normal (*normal time*) (detik)

Waktu baku mengidentifikasi keluaran (*output standard*) dari seorang pekerja. Adapun indikator produktivitas kerja dalam penelitian ini adalah kuantitas volume kerja per kuantitas pengguna waktu jam kerja orang. Sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas pekerja berbanding terbalik dengan waktu baku atau ditulis dalam Persamaan 2.9 (Wignjosoebroto, 2003):

$$Produktivitas = \frac{1}{Standard Time} (unit\ produk/jam) \dots\dots\dots(2.9)$$

