



TESIS - MN142532

**STUDI KESIAPAN TEKNOLOGI PT. PAL INDONESIA
UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL KONTAINER 100 TEUS
SECARA MASAL DENGAN TEKNOLOGI MODULAR**

NOOR VIRLIANTARTO
4115203004

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., M.M.

PROGRAM MAGISTER
TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA
2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TESIS - MN142532

**STUDI KESIAPAN TEKNOLOGI PT. PAL INDONESIA
UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL KONTAINER 100 TEUS
SECARA MASAL DENGAN TEKNOLOGI MODULAR**

NOOR VIRLIANTARTO
4115203004

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., M.M.

PROGRAM MAGISTER
TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA
2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



THESIS - MN142532

**STUDY OF PT. PAL INDONESIA'S TECHNOLOGY
READINESS FOR MASS PRODUCTION OF 100 TEUS
CONTAINER SHIP BUILDING WITH MODULAR
TECHNOLOGY**

NOOR VIRLIANTARTO
4115203004

SUPERVISOR
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., M.M.

MAGISTER PROGRAM
MARINE PRODUCTION AND MATERIAL ENGINEERING
DEPARTEMEN OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember
oleh :

NOOR VIRLIANTARTO
NRP. 4115203004

Tanggal Ujian : 11 Juli 2017
Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh :



1. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc
NIP. 19691231 200604 1 178

(Pembimbing I)



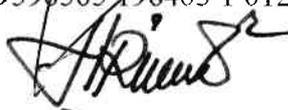
2. Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM.
NIP. 19611015 198703 1 003

(Pembimbing II)



3. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D.
NIP. 19590505 198403 1 012

(Penguji)



4. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
NIP. 19640416 198903 1 003

(Penguji)



Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Prof. Ir. Daniel Mohammad Rosyid, Ph.D
NIP. 19610702 198803 1 003

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb,

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Studi Kesiapan Teknologi PT. PAL Indonesia untuk Pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs Secara Masal dengan Teknologi Modular” dengan baik. Tidak lupa juga salawat dan salam penulis curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita menuju alam yang penuh ilmu pengetahuan. Ucapan terima kasih sedalam-dalamnya penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM., dan Bapak Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis serta memberikan ilmu, arahan dan masukan selama pengerjaan Tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc. dan Bapak Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D. selaku dosen penguji yang juga telah membantu memeberikan ilmu, arahan, dan masukan untuk menyempurnakan penulisan Tesis ini.
3. Bapak Dr. Ir. Zaed Yuliadi, M.Eng., Bapak R. Joza Emerald Nouvantoro, ST., MM., Bapak Ir. Mardianto, Bapak Koko Sugiharto, ST., MM., dan semua pihak dari PT. PAL Indonesia yang membantu, berkontribusi, dan memberi masukan pada Tesis ini.
4. Bapak Edi Widharto direktur utama PT. IKI Makassar yang juga pernah menjabat di PT. PAL Indonesia telah memberi masukan yang sangat berarti dalam pengerjaan Tesis ini.
5. Bapak Aries Sulisetyono, ST., MA.Sc., Ph.D., selaku dosen wali yang membantu dan memberikan dorongan untuk menyelesaikan Tesis ini.
6. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan, FTK, ITS.

7. Ayahanda Dr. Ir. Iskendar M.Sc. yang senantiasa membantu penulis dan memberi dukungan dan Ibunda Rr. Noor Ullah Amalia yang tercinta, yang senantiasa mendoakan, sabar, dan selalu menginspirasi penulis.
8. Kakak-kakak tersayang, mas Amal Iskuntarto dan mbak Putri Virliani ST. yang juga menjadi teman seperjuangan S2, serta keluarga/kerabat dekat atas semangat, doa, dan dukungan kepada penulis.
9. Frida Rachma Budiana yang telah menjadi teman, sahabat, dan saudara yang selalu mendoakan dan mendukung penulis.
10. Indra Bebo, Mas Windra, Bang Mail, An Tebiary, Kak Ishak, Mas Wasis, Mas Fahmy dan teman-teman seperjuangan tesis Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS.
11. Saddam, Viky Nogo, Dullah, Choi, Zami, Habibi, Ngurah, dan saudara-saudari P-49 (LAKSAMANA) lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, beserta segenap keluarga besar Warga Teknik Perkapalan yang telah banyak memberi dukungan.
12. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tesis ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penyelesaian Tesis ini sehingga dapat dikatakan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tesis ini. Penulis berharap Tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada khususnya dan bagi semua pihak terkait pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

**STUDI KESIAPAN TEKNOLOGI PT. PAL INDONESIA UNTUK
PEMBANGUNAN KAPAL KONTAINER 100 TEUS SECARA MASAL
DENGAN TEKNOLOGI MODULAR**

Nama Mahasiswa : Noor Virliantarto
NRP : 4115203004
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., M.M.

ABSTRAK

Industri galangan kapal Indonesia mempunyai potensi yang cukup besar jika ditinjau dari kebutuhan kapal dari dalam negeri, termasuk banyaknya jumlah kebutuhan kapal kontainer 100 TEUs dalam waktu dekat. Untuk memenuhi kebutuhan sekaligus meningkatkan daya saing industri galangan kapal Indonesia di mata dunia dibutuhkan pengembangan teknologi produksi kapal. Banyaknya kebutuhan kapal kontainer 100 TEUs memungkinkan untuk dibangun secara masal dengan sistem modular, dimana teknologi modular adalah implementasi dari teknologi PWBS yang telah diterapkan banyak galangan. PT. PAL Indonesia telah menerapkan teknologi modular, akan tetapi untuk pembangunan kapal PKR (Perusak Kawal Rudal). Oleh karena itu, pada tesis ini dilakukan pengukuran kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia dengan metode pengukuran model teknometrik untuk pembangunan kapal kontainer secara masal dengan sistem modular, di mana teknometrik membagi empat komponen teknologi yang terdiri dari *technoware*, *humanware*, *inforware*, dan *orgaware*. Hasil dari pengukuran tersebut mendapatkan nilai TCC 0,806 dan memberikan rekomendasi pengembangan galangan kapal, antara lain pemanfaatan lahan sebagai *buffer area*, melakukan *transfer of technology* pada SDM, mengintegrasikan sistem informasi, dan membentuk badan penelitian dan pengembangan, serta berdasarkan hasil rancangan tahapan pembangunan 3 unit kapal kontainer 100 TEUs dapat diselesaikan dalam waktu 64 minggu.

Kata kunci : teknologi modular, teknometrik, galangan kapal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

***STUDY OF PT. PAL INDONESIA'S TECHNOLOGY READINESS FOR
MASS PRODUCTION OF 100 TEUS CONTAINER SHIP BUILDING WITH
MODULAR TECHNOLOGY***

Student's Name : Noor Virliantarto
NRP : 4115203004
Supervisor : Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., M.M.

ABSTRACT

Indonesia's shipbuilding industry has considerable potential, including the large number of container ship needs 100 TEUs in the near future. Fulfilling the needs and increasing the competitiveness of Indonesia's shipbuilding industry of the world it is needed the development of ship production technology. The large demand for 100 TEUs container vessels makes it possible to build massively with a modular system, where modular technology is an implementation of PWBS technology that has been applied to many shipyards. PT. PAL Indonesia has implemented modular technology for the construction of ship PKR (Destroyer of Missile Guard). Therefore, in this thesis, the measurement of technology preparedness of PT. PAL Indonesia with measurement method of technometric model for mass container ship building with modular system, where technometric divides four technological components consisting of technoware, humanware, inforware, and orgaware. The results of these study, PT. PAL Indonesia has TCC score of 0.806 and provide recommendations for the development of shipyards, including land use as a buffer area, transfer of technology to human resources, integrate the information systems, and establish research and development institution, and also based on the design stage for the construction of 3 ship units 100 TEUs containers can be completed within 64 weeks.

Keywords: *container ship, modular system, technometric, technology readiness*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PENGESAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Hipotesa.....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	5
2.1. Perkembangan Teknologi dan Metode Produksi Kapal	5
2.2. Kebutuhan Kapal dan Daya Saing Galangan Kapal Nasional	25
2.3. Kapal Peti Kemas (<i>Container</i>) 100 TEUs.....	30
2.4. Modularisasi Pembangunan Kapal.....	32
2.5. Implementasi Konsep PWBS untuk Mendukung Teknologi Modular	41
2.6. Metode Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi.....	44
2.7. Profil PT. PAL Indonesia (Persero)	57
2.8. Pembangunan Kapal dengan Sistem Modular di PT. PAL Indonesia	65

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	71
3.1.	Alur Pikir Penelitian	71
3.2.	Tahapan Penelitian.....	71
3.3.	Alur Metode Teknometrik	75
3.4.	Sistematika Penulisan	81
BAB 4	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	83
4.1.	Pengukuran Kontribusi Tiap Komponen Teknologi.....	83
4.1.1.	Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi <i>Technoware</i>	83
4.1.2.	Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi <i>Humanware</i>	87
4.1.3.	Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi <i>Inforware</i>	91
4.1.4.	Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi <i>Orgaware</i>	95
4.2.	Pengukuran <i>Technology Contribution Coefficient</i> (TCC).....	98
4.3.	Pengembangan Komponen Teknologi.....	101
4.3.1.	Pengembangan <i>Technoware</i>	101
4.3.2.	Pengembangan <i>Humanware</i>	102
4.3.3.	Pengembangan <i>Inforware</i>	103
4.3.4.	Pengembangan <i>Orgaware</i>	104
4.4.	Rancangan Implementasi Teknologi Pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs dengan Sistem Modular.....	105
4.4.1.	Perencanaan Pembagian Modul Kapal Kontainer 100 TEUs.....	105
4.4.2.	Tahap Fabrikasi	107
4.4.3.	Tahap Perakitan Sub-blok (<i>Sub Assembly</i>).....	108
4.4.4.	Tahap Perakitan Blok (<i>Block Assembly</i>)	110
4.4.5.	Tahap Perakitan Modul (<i>Module Assembly</i>) dan <i>Erection</i>	111
4.4.6.	Rancangan Jadwal Pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs Secara Masal.....	113

4.5.	Pembahasan Hasil	117
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	119
5.1.	Kesimpulan.....	119
5.2.	Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA		121
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tahapan Perkembangan Teknologi Produksi Kapal (Chirillo, 1983)	6
Gambar 2.2	Perbandingan Teknologi Konvensional dengan <i>Group Technology</i> . (Storch, 1995)	7
Gambar 2.3	Contoh Hirarki Perincian yang Digunakan <i>US Navy</i> (Storch,1995)	8
Gambar 2.4	Tingkat manufaktur HBCM (Storch, 1995)	9
Gambar 2.5	Klasifikasi dari Aspek Produksi <i>Hull Block Construction Method</i> (Storch, 1995)	10
Gambar 2.6	<i>Piece Parts Fabrication</i> yang Tidak Dapat Dibagi Lagi (Storch, 1995)	12
Gambar 2.7	<i>Part Assembly</i> yang Berada di Luar Aliran Kerja Utama (Storch, 1995)	13
Gambar 2.8	Contoh <i>Sub-block Assembly</i> (Storch, 1995)	14
Gambar 2.9	Contoh Semi-blok dan Perakitan Blok (Storch, 1995)	16
Gambar 2.10	Contoh <i>Grand-block Joining</i> pada <i>Forcastle Deck</i> (Storch, 1995)	17
Gambar 2.11	Tingkat Manufaktur ZOFM (Storch, 1995)	18
Gambar 2.12	Tingkat Manufaktur ZPTM (Storch, 1995)	21
Gambar 2.13	Tingkat Manufaktur PPFM (Storch, 1995)	22
Gambar 2.14	Distribusi umur kapal di Indonesia (sumber : KEMENPERIN, 2015)	26
Gambar 2.15	Proyeksi kebutuhan kapal niaga 2015-2019 (IPERINDO, 2015)	26
Gambar 2.16	Proyeksi perbandingan total muatan cargo tahun 2012-2030 (sumber : IPERINDO, 2015)	27
Gambar 2.17	Output galangan kapal dunia dalam CGT (sumber : Rowe, 2013)	28
Gambar 2.18	<i>Block division</i> kapal kontainer 100 TEUs (PT. IKI, 2016)	31
Gambar 2.19	Tipe modularisasi pada Kapal (Abbott, 2006)	35
Gambar 2.20	Pembagian <i>Modular Deckhouse</i> (Bertram, 2005)	36
Gambar 2.21	Modul ATC Peralatan <i>Reverse Osmosis Desalinator</i> (Bertram, 2005)	37

Gambar 2.22	TNSW <i>Modular Engine Room</i> (Bertram, 2005)	38
Gambar 2.23	SMART <i>Workstation Workshop</i> (Bertram, 2005)	39
Gambar 2.24	<i>Modular Container Ship</i> (Bertram, 2005)	39
Gambar 2.25	Schelde Sigma Offshore Patrol Vessel (Bertram, 2005)	40
Gambar 2.26	Schelde Enforcer Concept (Bertram, 2005)	40
Gambar 2.27	Perbandingan Aliran Kerja Utama PWBS dengan Modular	42
Gambar 2.28	Aliran Kerja Pembangunan Kapal dengan Sistem Modular	43
Gambar 2.29	Alur Proses Pengukuran TKT (BPPT,2012)	50
Gambar 2.30	Skema Tahap Pembangunan PKR di PT. PAL Indonesia	66
Gambar 2.31	Pembagian Blok Proyek PKR (PT. PAL Indonesia, 2014)	67
Gambar 2.32	Rencana tahapan proses <i>Sub Assembly</i> , <i>Assembly</i> , dan <i>Grand Assembly</i> pada <i>Assembly Hall</i> .	69
Gambar 2.33	Ilustrasi Modul I, II, dan III yang sudah digabungkan	70
Gambar 3.1	Diagram Alur Pikir Penulisan Tesis	72
Gambar 3.2	Diagram Alir Penentuan Koefisien Kontribusi Teknologi (Nazaruddin, 2008)	77
Gambar 4.1	Aspek-aspek Utama Penilaian <i>Technoware</i>	84
Gambar 4.2	Aspek-aspek Utama Penilaian <i>Humanware</i>	88
Gambar 4.3	Aspek-aspek Utama Penilaian <i>Inforware</i>	92
Gambar 4.4	Aspek-aspek Utama Penilaian <i>Orgaware</i>	95
Gambar 4.5	Grafik T, H, I, O PT. PAL Indonesia	98
Gambar 4.6	Pembagian Modul Kapal Kontainer 100 TEUs	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Berat Konstruksi Masing-masing Blok	32
Tabel 2.2	Tingkat kecanggihan komponen teknologi beserta skornya	55
Tabel 2.3	Skala Penilaian TCC.....	57
Tabel 3.1	Prosedur Penentuan Skor yang Disarankan untuk Keempat Komponen Teknologi.....	77
Tabel 4.1	Pengukuran Intensitas atau Bobot Tiap Aspek Penilaian pada Komponen Teknologi <i>Technoware</i>	85
Tabel 4.2	Penilaian <i>State of The Art</i> (SOTA) dan Rating Terbobot pada Komponen Teknologi <i>Technoware</i>	86
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi <i>Technoware</i>	87
Tabel 4.4	Pengukuran Intensitas atau Bobot Tiap Aspek Penilaian pada Komponen Teknologi <i>Humanware</i>	89
Tabel 4.5	Penilaian <i>State of The Art</i> (SOTA) dan Rating Terbobot pada Komponen Teknologi <i>Humanware</i>	90
Tabel 4.6	Hasil Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi <i>Humanware</i>	91
Tabel 4.7	Pengukuran Intensitas atau Bobot Tiap Aspek Penilaian pada Komponen Teknologi <i>Inforware</i>	93
Tabel 4.8	Penilaian <i>State of The Art</i> (SOTA) dan Rating Terbobot pada Komponen Teknologi <i>Inforware</i>	94
Tabel 4.9	Hasil Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi <i>Inforware</i>	95
Tabel 4.10	Pengukuran Intensitas atau Bobot Tiap Aspek Penilaian pada Komponen Teknologi <i>Orgaware</i>	96
Tabel 4.11	Penilaian <i>State of The Art</i> (SOTA) dan Rating Terbobot pada Komponen Teknologi <i>Orgaware</i>	97
Tabel 4.12	Hasil Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi <i>Orgaware</i>	97

Tabel 4.13	<i>Pairwise Comparison Matrix</i> Komponen Teknologi	99
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan Intensitas atau Bobot Komponen Teknologi....	99
Tabel 4.15	Indeks Random Konsistensi (<i>RI</i>)	100
Tabel 4.16	Hasil Pengukuran <i>Technology Coefficient Contribution</i> (TCC)...	100
Tabel 4.17	Berat total masing-masing modul	107
Tabel 4.18	Perhitungan Waktu Pekerjaan Proses Fabrikasi dengan Kapasitas Terpasang 10 ton/hari.....	108
Tabel 4.19	Perhitungan Waktu Pekerjaan Proses <i>Sub-assembly</i> dengan Kapasitas Terpasang 19 ton/hari	109
Tabel 4.20	Perhitungan Waktu Pekerjaan Proses <i>Block-assembly</i> dengan Kapasitas Terpasang 40 ton/hari	111
Tabel 4.21	Perhitungan Waktu Pekerjaan Proses <i>modul-assembly</i> dengan Kapasitas Terpasang 40 ton/hari	112
Tabel 4.22	<i>Bar-chart</i> Pembangunan 3 unit Kapal Kontainer 100 TEUs	116

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan, dimana sektor transportasi laut menjadi hal yang perlu diperhatikan, maka dari itu industri galangan kapal merupakan sektor industri yang memiliki potensi dan peluang pasar yang terus menerus di Indonesia dalam hal pembangunan kapal baru maupun perawatan dan perbaikan kapal untuk mendukung sektor transportasi laut tersebut. Lahirnya asas *cabotage* dari INPRES No. 5 Tahun 2005 tentang pemberdayaan industri maritim nasional juga memberi pengaruh positif pada perkembangan industri kapal di Indonesia.

Berdasarkan proyeksi IPERINDO (2015), kebutuhan kapal niaga Indonesia dalam jangka waktu tahun 2015-2019 mencapai 609 unit kapal yang terdiri dari 83 unit kapal kontainer berbagai ukuran, 26 unit kapal barang perintis stara 208 TEUs, dan 500 unit kapal pelayaran rakyat. Selain itu, untuk mendukung terwujudnya program Tol Laut dalam program Poros Maritim kebutuhan 50 unit kapal perintis penumpang dan barang berbagai ukuran termasuk kapal kontainer 100 TEUs; 100 unit kapal patroli kesatuan penjagaan laut dan pantai (KPLP); 50 unit kapal kenavigasian; dan 43 unit kapal marine inspector (kebutuhan Kementerian Perhubungan tahun 2015-2019), serta sejumlah kapal untuk mendukung eksplorasi migas di Indonesia, dan kebutuhan kapal untuk mendukung alutsista laut Indonesia.

Dilihat dari data kebutuhan tersebut, industri kapal nasional memiliki potensi dan peluang pasar yang cukup besar. Meskipun memiliki potensi dan peluang pasar yang terus menerus, tingkat produktivitas dan daya saing galangan kapal nasional selama ini tetap rendah, di mana pangsa pasarnya hanya sekitar 0,35-0,5 persen dari total produksi kapal di dunia (Ma'ruf, 2006). Untuk meningkatkan daya saing galangan kapal Nasional di pasar global, diperlukan pengembangan teknologi produksi, standarisasi tipe dan ukuran kapal, serta

masing-masing galangan kapal fokus pada produksi jenis kapal tertentu (Ma'ruf, 2014).

Standarisasi tersebut bertujuan untuk mempercepat proses produksi dengan desain *engineering* yang sama, sehingga produktivitas dan daya saing galangan kapal dapat meningkat. Hasil penelitian Ma'ruf (2006) menyebutkan bahwa faktor teknologi (*engineering* dan fasilitas produksi) dan kinerja proses produksi (ketepatan waktu dan kualitas) merupakan faktor yang penting dalam daya saing galangan kapal, dengan total bobot 34 persen.

Berbagai cara dikembangkan oleh pihak industri kapal untuk mencapai hal tersebut, terutama melalui pendekatan sistem produksi manufaktur berbasis produk masal (*mass product*). Aspek utama untuk mencapai hal tersebut adalah pemikiran bagaimana merancang struktur baja pada kapal bisa lebih cepat dengan biaya lebih sedikit. Namun, selain improvisasi dalam aspek rancangan struktur baja tersebut, industri kapal terus mengeksplorasi pada aspek *Equipment* dan *Outfitting* pada kapal. Kedua item tersebut biasanya memiliki biaya yang besar pada kapal, sehingga improvisasi pada proses *Equipment* dan *Outfitting* dinilai dapat memberi perubahan yang drastis dalam menekan biaya, meningkatkan produktivitas, dan mempercepat proses pembangunan kapal (Bruce, 2003).

Pendekatan yang selama ini dilakukan untuk mencapai hal-hal yang merupakan kemajuan tersebut adalah pendekatan pada industri manufaktur dengan produk masal seperti sepeda motor, mobil, bahkan pesawat udara. Pada industri tersebut dilakukan standarisasi pada komponennya dan pendekatan sistem produksi modular. Dengan begitu, komponen antara satu kapal dengan kapal lain bisa saling substitusi, sehingga memudahkan proses produksi dan memudahkan perawatan. Dengan pendekatan sistem produksi modular tersebut, juga dapat mempersingkat proses produksi kapal dan memperkecil resiko, yang berarti juga merupakan pengurangan biaya.

PT. PAL Indonesia yang merupakan salah satu industri strategis Indonesia yang bergerak pada bidang manufaktur dengan produk utama kapal adalah industri galangan kapal yang menerapkan teknologi produksi modular untuk produksi kapal Perusak Kawal Rudal (PKR). Banyaknya kebutuhan kapal kontainer ukuran 100 TEUs seperti uraian sebelumnya memungkinkan untuk

dibangun secara masal dengan teknologi modular pada satu galangan kapal. Akan tetapi, PT PAL Indonesia sebagai industri galangan kapal yang pernah melakukan pembangunan kapal dengan teknologi modular belum pernah melakukan pembangunan kapal niaga berjenis kontainer ukuran 100 TEUs.

Oleh karena itu, penulisan tesis ini dilakukan untuk mengetahui kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia dalam melakukan pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan teknologi modular perlu dilakukan pengukuran kesiapan teknologi. Pengukuran tersebut dapat dilakukan dengan metode teknometrik dengan perhitungan *Technology Contribution Coefficient* (TCC). Dari hasil pengukuran dapat memberikan rekomendasi pengembangan pada galangan kapal agar pembangunan kapal kontainer 100 TEUs dengan teknologi modular dapat dilaksanakan.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka pokok permasalahan yang akan dipecahkan adalah :

1. Bagaimana tahapan pembangunan kapal dengan sistem modular?
2. Bagaimana kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara massal dengan teknologi modular?
3. Bagaimana rekomendasi pengembangan pada PT. PAL Indonesia untuk meningkatkan kesiapan teknologi untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara massal dengan teknologi modular?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisis tahapan pembangunan kapal dengan sistem modular.
2. Mengukur kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara massal dengan teknologi modular.
3. Memberikan rekomendasi pengembangan untuk PT. PAL Indonesia untuk meningkatkan kesiapan teknologi modular dan merencanakan tahapan pembangunan yang sesuai di PT. PAL Indonesia untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan teknologi modular.

1.4. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tahapan pembangunan kapal dengan sistem modular.
2. Memberikan tolak ukur kesiapan teknologi galangan kapal untuk pembangunan kapal dengan teknologi modular.
3. Memberikan masukan kepada galangan kapal untuk mengembangkan fasilitas agar dapat menjalankan tahapan produksi kapal dengan sistem modular.

1.5. Batasan Masalah

Untuk mengefektifkan proses penelitian, maka diterapkan beberapa batasan-batasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Pembangunan kapal dengan teknologi modular diterapkan pada pembangunan kapal kontainer 100 TEUs,
2. Pengukuran kesiapan teknologi dilakukan pada galangan kapal PT. PAL Indonesia,
3. Asumsi fasilitas yang telah tersedia pada Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia dapat berfungsi secara normal.

1.6. Hipotesa

Dari hasil pengukuran kesiapan teknologi dengan metode teknometrik dapat memberikan rekomendasi pengembangan yang diperlukan untuk meningkatkan kesiapan teknologi di PT. PAL Indonesia untuk pembangunan kapal secara modular, sehingga tahapan pembangunan kapal dengan teknologi modular dapat direncanakan secara optimal sesuai dengan fasilitas dan peralatan yang tersedia, serta penyempurnaan dan pengembangan yang diperlukan untuk lebih optimal dan produktif.

BAB 2

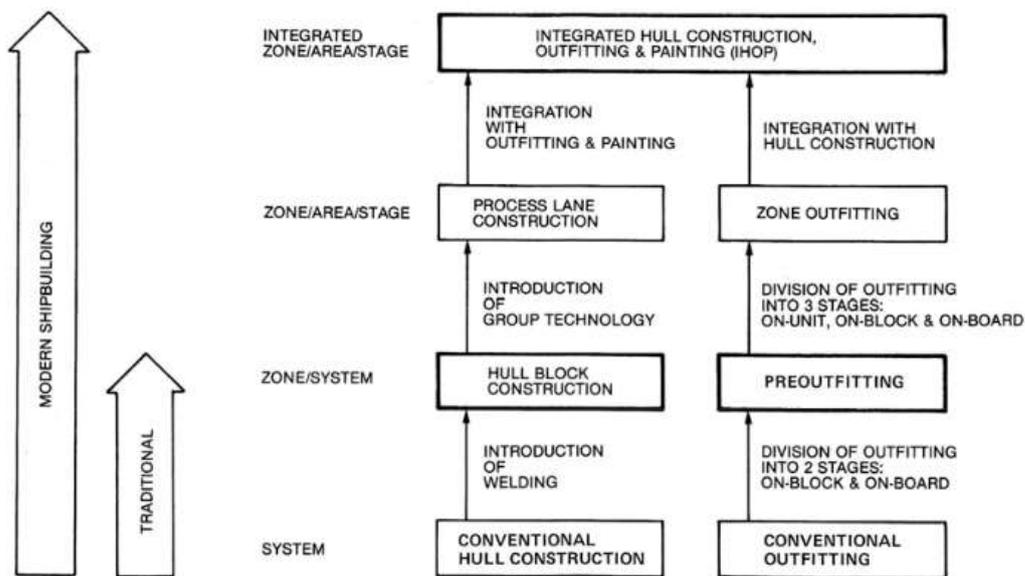
KAJIAN PUSTAKA

2.1. Perkembangan Teknologi dan Metode Produksi Kapal

Pada abad ke-19 sebelum teknologi las ditemukan, penyambungan baja dilakukan dengan menggunakan sistem keling (*rivet*), tiap kapal dibangun dengan urutan yang sama yaitu setelah lunas diletakkan gading-gading diletakkan baru kemudian memasang pelat setahap demi setahap, layaknya pembangunan kapal kayu. Proses ini diistilahkan berorientasi sistem (*system oriented*) artinya lunas dirakit sebagai sebuah sistem, kemudian sistem gading-gading di rakit, tahap berikutnya sistem kulit dan seterusnya sampai utuh menjadi kapal.

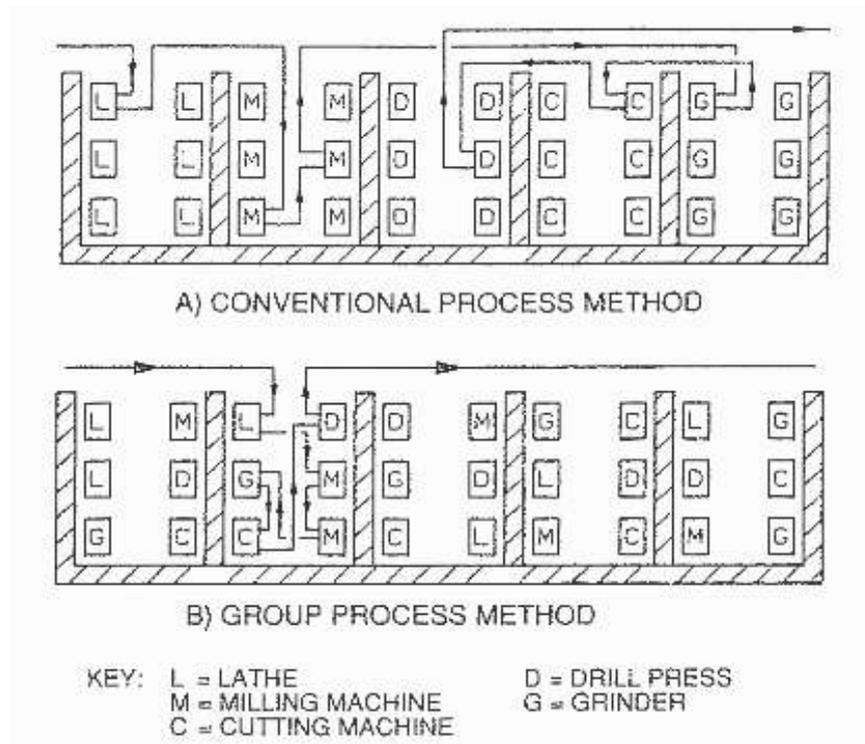
Pada masa kini, setelah teknologi las menggantikan sistem keling (*riveting*) pengembangan teknologi pembangunan kapal memungkinkan dapat dilakukan. Menurut Eyres (2007), berkat teknologi las bagian-bagian seperti gading-gading dapat langsung disatukan dengan pelat kulit, lunas dapat dilas dengan bagian geladak dan sekat sekaligus membentuk panel, sub-blok atau bahkan blok. Teknologi las juga membuat banyak pekerjaan perakitan dapat dilakukan dengan baik dengan tingkat akurasi, efisiensi dan keamanan yang tinggi dilandaskan peluncuran maupun di bengkel-bengkel kerja. Blok telah dikerjakan dengan menggunakan teknologi las dapat ditegakkan (*erection*) antara blok dengan blok lain membentuk sebuah kapal. Proses ini diistilahkan berorientasi zone (*zone oriented*).

Menurut Chirillo (1983), perkembangan teknologi produksi kapal menjadi empat tahapan, berdasarkan teknologi yang digunakan dalam proses pengerjaan lambung dan outfitting. Evolusi perkembangan teknologi produksi kapal, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tahapan Perkembangan Teknologi Produksi Kapal (Chirillo, 1983)

Menurut Storch (1995), dalam teknologi produksi kapal terdapat pendekatan *Group Technology* atau juga disebut *Cellular Manufacture*. Kata *cell* sebagai kata kunci untuk memahami *Group Technology* (GT) dan bagaimana aplikasinya pada pembangunan kapal. Pada industri permesinan, GT diaplikasikan sangat luas, setiap sel terdiri dari kelompok mesin dan orang yang mengoperasikannya. Umumnya operator terlatih untuk mengoperasikan semua mesin dalam satu sel. Tiap sel dijadwalkan untuk mengolah material yang dikelompokkan menjadi *family* berdasarkan jenis material, bentuk, ukuran, atau yang lainnya. Dalam pengelompokan *family*, hal yang perlu dilakukan adalah mengurangi jumlah variasi, maka hal tersebut akan melibatkan desainer untuk merancang komponen dengan variasi bentuk atau ukuran semimumimum mungkin. Pada Gambar 2.2 akan menjelaskan perbandingan antara teknologi konvensional dengan *Group Technology* dan menunjukkan bahwa tiap sel dalam GT dapat bekerja independen tanpa ketergantungan sel atau zona lainnya, sedangkan pada teknologi konvensional pekerjaan saling ketergantungan dan arah aliran produksi tidak berjalan satu arah, sehingga diperlukan lebih banyak material handling



Gambar 2.2 Perbandingan Teknologi Konvensional dengan *Group Technology*. (Storch, 1995)

Pada setiap sistem manajemen harus memastikan apa yang dikerjakan, dimana dikerjakan, kapan harus diselesaikan, dan sumber daya apa yang digunakan. Rincian tersebut umumnya mengambil bentuk pembagian total proses menjadi bagian-bagian. Sistem dimana komponennya dibagi-bagi untuk mengontrol proses disebut *Work Breakdown Structure* (WBS). WBS pada pembangunan kapal dapat berorientasi pada sistem (*System-oriented Work Breakdown Structure*) dan berorientasi pada produk (*Product-oriented Work Breakdown Structure*).

a. System-oriented Work Breakdown Structure (SWBS)

System-oriented Work Breakdown Structure membagi produk berdasarkan sistem-sistem yang ada di dalamnya. Menurut Storch (1995), SWBS berguna pada tahap estimasi awal dan tahap desain awal. SWBS tidak sesuai untuk pembagian zona seperti pada *Group Tecnology*. Penggunaan SWBS untuk pembangunan kapal juga tidak ideal untuk pembangunan kapal berukuran besar.

Angkatan Laut Amerika mendeskripsikan SWBS dengan nama *Navy Ship Work Breakdown Structure*. Dalam SWBS semua klasifikasi grup didefinisikan dalam tiga digit angka numerik berdasarkan sistem fungsionalnya. Ada 10 grup utama, hanya dua diantaranya yang tidak digunakan sebagai bagian utama dalam etimasi biaya dan laporan kemajuan pekerjaan. Kesepuluh grup utama tersebut adalah:

- 000 Panduan Umum dan Administrasi.
- 100 Lambung Kapal.
- 200 Instalasi Propulsi.
- 300 Instalasi Listrik.
- 400 Komando dan Pemantauan
- 500 Sistem Mesin Bantu
- 600 Perlengkapan dan perabot.
- 700 Persenjataan.
- 800 Integrasi/perencanaan.
- 900 Perakitan Kapal dan Layanan Pendukung.

Setiap grup utama dibuat dalam hirarki pembagian dengan merinci menjadi subgroup dan elemen-elemen. Subgrup dibuat dengan tiga digit angka numerik yang mana setiap angka terakhir adalah nol (0). Tiga digit angka numerik lain disebut kode elemen. Sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 2.3.

(Group)	100 — Hull Structure
(Element)	101 — General Arrangement — Structural Drawings
(Subgroup)	110 — Shell and Supporting Structure
(Element)	111 — Shell Plating, Surface Ship and Submarine Pressure Hull
(Element)	112 — Shell Plating, Submarine Non-Pressure Hull
(Subgroup)	120 — Hull Structural Bulkheads
(Element)	121 — Longitudinal Structural Bulkheads
	122 — Transverse Structural Bulkheads

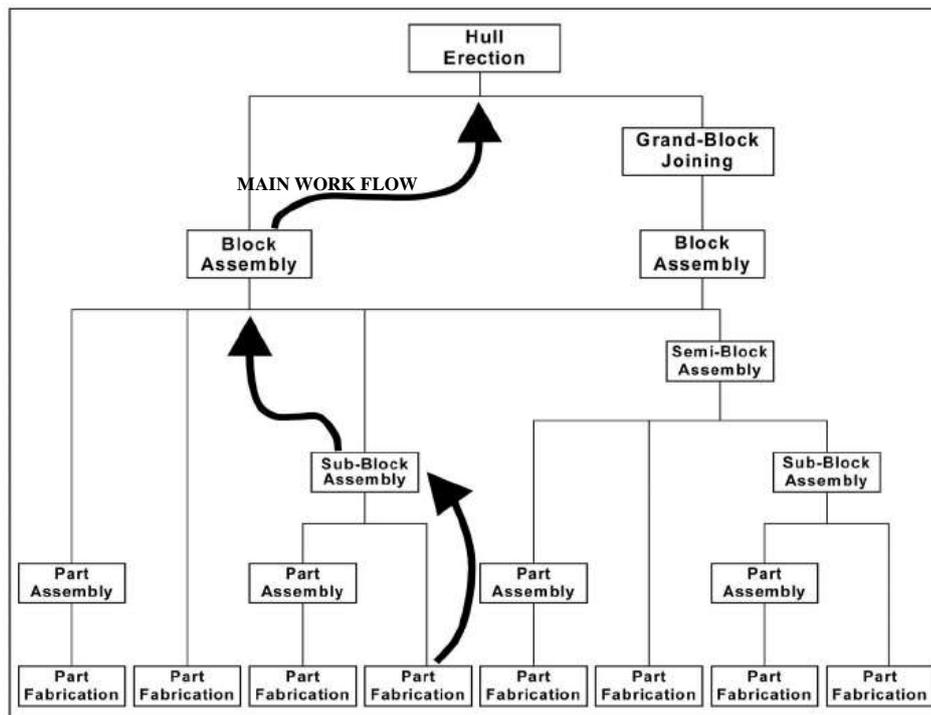
Gambar 2.3 Contoh Hirarki Perincian yang Digunakan *US Navy* (Storch,1995)

b. Product-oriented Work Breakdown Structure (PWBS)

Product-oriented Work Breakdown Structure adalah sebuah terapan dari *Group Technology*, dimana rincian *work breakdown structure* berorientasi pada hasil produknya, sehingga pembagian dapat dilakukan dengan pembagian zona.

Aplikasi dari *group technology* pada pembangunan kapal melibatkan integrasi antara konstruksi lambung, peralatan, dan pengecatan atau disebut juga dengan *Integrated Hull Construction, Outfitting, and Painting (IHOP)* (Storch, 1995 & Chirillo, 1983). Komponen dari integrasi ini antara lain :

- *Hull Block Construction Method (HBCM)*
 - *Zone Outfitting Method (ZOFM)*
 - *Zone Painting Method (ZPTM)*
- ***Hull Block Construction Method (HBCM)***, dimana komponen lambung kapal, panel *sub-assembly* dan blok kapal dirakit berdasarkan prinsip *Group Technology* pada jalur produksi yang teratur dan searah. Dengan kata lain, konsep HBCM merupakan metode pembangunan kapal yang membagi kapal dengan beberapa blok. Pembagian blok ini pada general arrangement. Tahap selanjutnya yaitu dengan membagi blok menjadi bagian-bagian yang tidak dapat dibagi-bagi lagi. Pembagian komponen ini berdasarkan perbedaan material dasar, kesamaan ukuran, kesamaan bentuk, proses akhir, proses fabrikasi dan pemisahan fasilitas produksi. Dengan menerapkan konsep HBCM diharapkan mampu meningkatkan produktivitas galangan.



Gambar 2.4 Tingkat manufaktur HBCM (Storch, 1995)

Pada Gambar 2.4 menjelaskan bahwa secara praktis untuk perencanaan perakitan badan kapal terdiri dari tujuh level/tingkat manufaktur. Perencanaan aliran pekerjaan dimulai dari level blok-blok, kemudian dibagi-bagi turun sampai ke level fabrikasi komponen.

PLANG LEVEL	MFG LEVEL	PRODUCT ASPECTS						CODES					
		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	
								ERECTION					
2	6	BLOCK	NIL	FLAT PANEL	CURVED PANEL	SUPERSTRUCTURE	SUPERSTRUCTURE	BACK PRE-ERECTION	NIL	GRAND BLOCK CODE	GRAND-BLOCK CODE	STAGE CODE	
								PRE-ERECTION	NIL				
								JOINING	NIL				
3	5	BLOCK	NIL	FLAT	SPECIAL FLAT	CURVED	SPECIAL CURVED	SUPERSTRUCTURE	BACK ASSEMBLY	NIL	BLOCK CODE	BLOCK CODE	STAGE CODE
									ASSEMBLY				
									FRAMING	NIL			
									PLATE JOINING	NIL			
4	4	SUB-BLOCK	NIL	SIMILAR SIZE IN A LARGE QUANTITY	SIMILAR SIZE IN A SMALL QUANTITY	SUPERSTRUCTURE	SUPERSTRUCTURE	BACK ASSEMBLY	NIL	SEMI-BLOCK CODE	SEMI-BLOCK CODE	STAGE CODE	
								ASSEMBLY					
								PLATE JOINING	NIL				
5	3	SUB-BLOCK	NIL	SIMILAR SIZE IN A LARGE QUANTITY	SIMILAR SIZE IN A SMALL QUANTITY	SUPERSTRUCTURE	SUPERSTRUCTURE	BACK ASSEMBLY	NIL	SUB-BLOCK CODE	SUB-BLOCK CODE	STAGE CODE	
								ASSEMBLY					
6	2	SUB-BLOCK	NIL	SUB-BLOCK PART	BUILT-UP PART	SUPERSTRUCTURE	SUPERSTRUCTURE	BENDING	NIL	ASSEMBLED PART CODE	ASSEMBLED PART CODE	STAGE CODE	
								ASSEMBLY					
7	1	PART	NIL	PARALLEL PART FROM PLATE	NON-PARALLEL PART FROM PLATE	INTERNAL PART FROM PLATE	PART FROM ROLLED SHAPE	OTHER	BENDING	NIL	PART CODE	PART CODE	STAGE CODE
									MARKING & CUTTING				
									PLATE JOINING	NIL			

Gambar 2.5 Klasifikasi dari Aspek Produksi *Hull Block Construction Method* (Storch, 1995)

Pengelompokan umum aspek-aspek produk yang disajikan dalam Gambar 2.5 adalah kombinasi horisontal yang mencirikan berbagai jenis paket pekerjaan yang diperlukan dan dilakukan untuk setiap tingkat, sedangkan kombinasi vertikal dari berbagai jenis paket pekerjaan menunjukkan jalur proses (*proses lane*) untuk pekerjaan konstruksi lambung yang berkaitan dengan urutan dari bawah ke atas menunjukkan tingkat pekerjaan, sedangkan dalam proses perencanaan dilakukan dengan urutan dari atas ke bawah berdasarkan aspek-aspek produksi.

Alokasi produk untuk setiap paket pekerjaan dioptimasi berdasarkan ukurannya, dapat dijadikan dasar untuk menentukan produktifitas pekerjaan. Beberapa pengulangan-pengulangan dapat dilakukan, tetapi tingkat produktifitas yang dapat dicapai tergantung pengelompokan *problem area* untuk setiap level-level manufaktur. Produktifitas maksimum dapat tercapai apabila pekerjaan teralokasi secara penuh dalam kelompok-kelompok paket pekerjaan sesuai dengan aspek-aspek produk di atas dan kemampuan untuk memberikan respon cepat terhadap ketidakseimbangan pekerjaan, seperti pemindahan/pergeseran pekerja-pekerja diantara level manufaktur dan atau aliran pekerjaan tanpa kehilangan/membuang waktu, atau membuat perubahan jadwal pekerjaan dalam jangka pendek.

1. Fabrikasi Komponen-komponen (*Parts Fabrication*)

Sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.4, *Part Fabrication* adalah tingkat pertama manufaktur. Tahap ini memproduksi komponen-komponen atau zona-zona untuk perakitan badan kapal menjadi bagian-bagian yang tidak bisa dibagi lagi. Paket-paket pekerjaan dikelompokkan dalam *zone*, *problem area*, dan *stage*.

Perbedaan dasar *problem area* bergantung bahan baku, bahan jadi, proses fabrikasi dan fasilitas yang digunakan seperti:

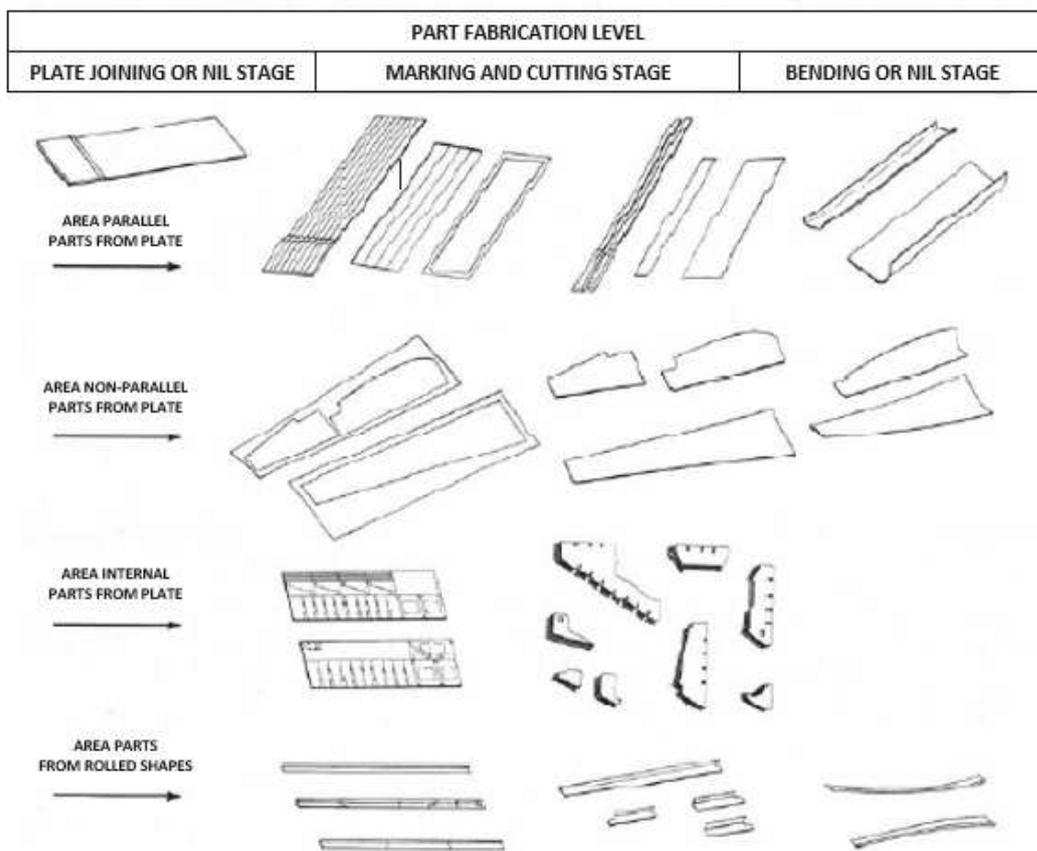
- *Parallel parts from plate* (pelat datar beraturan)
- *Non parallel part from plate* (pelat datar tidak beraturan)
- *Internal part from plate* (komponen internal dari pelat)
- *Part from rolled shape* (komponen dari bentukan *roll*)

- *Other parts* (komponen-komponen yang lain misalnya pipa, dan lain – lain).

Stage ditentukan berdasarkan kesamaan jenis dan ukuran-ukuran, sebagai berikut:

- Penyambungan pelat atau *nil*.
- Penandaan dan pemotongan
- Pembengkokan atau *nil*.

Nil diindikasikan tidak ada dalam aspek-aspek produk, atau pengkodean dan kategorinya tidak ada (*left blank*) atau dilangkahi/diabaikan dari aliran proses. Tipikal pengelompokkan paket-paket pekerjaan untuk fabrikasi komponen-komponen diilustrasikan seperti terlihat pada Gambar 2.6 setiap komponen memperlihatkan zona perakitan badan kapal yang tidak bisa dibagi lagi.



Gambar 2.6 *Piece Parts Fabrication* yang Tidak Dapat Dibagi Lagi (Storch, 1995)

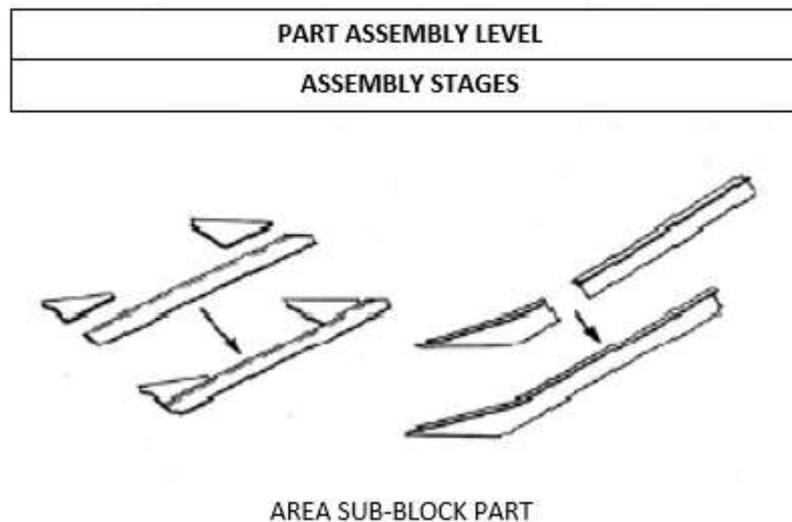
2. Perakitan komponen (*Part Assembly*)

Part Assembly adalah tingkat manufaktur kedua yang khusus atau di luar aliran kerja utama (*main work flow*). Tipikal paket-paket pekerjaan ini digroupkan atau dikelompokkan ke dalam problem area sebagai berikut :

- *Built-up parts* (komponen asli, seperti profile T, profile L, atau bentuk-bentuk yang tidak di rol)
- *Sub-blok parts* (seperti komponen yang harus disatukan dengan las, secara konsisten misalnya pemasangan *bracket* dengan *face plate* atau pelat datar, terlihat pada Gambar 2.7)

Sedangkan stage dibagi menjadi :

- Perakitan-perakitan.
- Pembengkokan atau nil.



Gambar 2.7 *Part Assembly* yang Berada di Luar Aliran Kerja Utama (Storch, 1995)

3. Perakitan Sub-blok (*Sub-block Assembly*)

Sub-block Assembly adalah tingkat manufaktur ketiga, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.4 dan 2.5. Zona secara umum adalah menyatukan komponen dengan las, meliputi fabrikasi sejumlah komponen-komponen dan atau merakit komponen-komponen, ini dilakukan ke dalam panel saat perakitan blok.

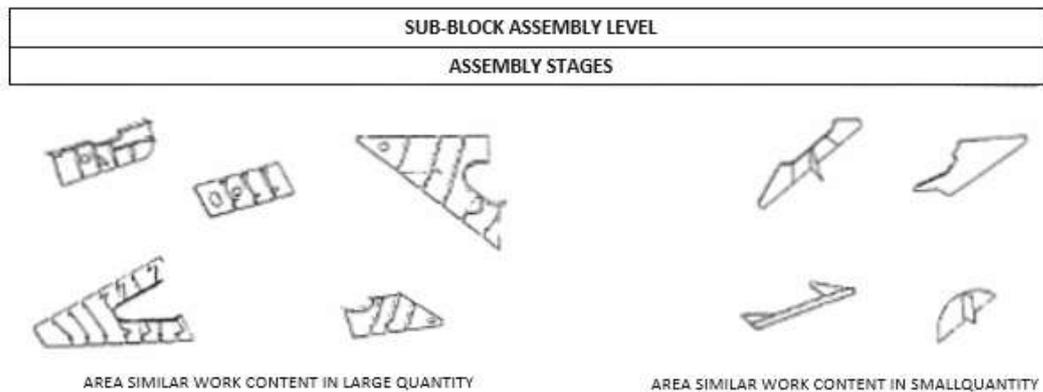
Tipikal paket-paket pekerjaan dikelompokkan ke dalam *problem area* untuk:

- Kesamaan ukuran dalam jumlah yang sangat besar, seperti gading-gading besar, penumpu tengah, wrang-wrang dan lain-lain.
- Kesamaan ukuran dalam jumlah kecil.

Stage diklasifikasikan sebagai berikut :

- Perakitan
- Back assembly atau nil.

Setelah selesai *back assembly* komponen-komponen dan rakitan komponen dapat dipasang dari kedua sisi. *Back assembly* juga ditambahkan setelah pemutaran rakitan. Sebagai contoh diperlihatkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Contoh *Sub-block Assembly* (Storch, 1995)

4. *Semi-block and Block Assembly dan Grand-Block Joining*

Blok adalah merupakan kunci zona untuk perakitan badan kapal yang terindikasi seperti terlihat pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5. Blok direncanakan dalam tiga level perakitan, yaitu :

- *Semi-block assembly* (perakitan semi blok)
- *Block assembly* (perakitan blok)
- *Grand-block joining* (penggabungan blok).

Hanya perakitan blok yang menjadi aliran utama pekerjaan, level-level lain dianjurkan digunakan sebagai alternatif perencanaan. Semua perencanaan didasarkan atas konsep pengelompokan paket-paket pekerjaan dalam *problem area* dan *stage*. *Semi block* dirakit sebagai zona terpisah dari zona kunci (blok),

semiblock kemudian dirakit ke dalam blok menjadi blok induk sehingga proses ini kembali masuk ke dalam aliran utama pekerjaan.

Penggabungan blok-blok (kombinasi beberapa blok-blok menjadi blok besar disisi dekat landasan pembangunan) mengurangi waktu kerja yang dibutuhkan untuk penegakan blok (*erection*) di landasan pembangunan. Dalam penggabungan blok-blok sedapat mungkin harus stabil, membutuh area dan volume yang besar, sehingga harus difasilitasi untuk pekerjaan *out-fitting on block* dan pengecatan. Zona *semi-block*, perakitan blok dan penggabungan blok besar (*grand block*) menjadi rentang perubahan dari blok menjadi kapal diperlihatkan pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.

Problem area pada level *semi-block* pembagiannya sama dengan level sub-blok. Kebanyakan semi-semi blok ukurannya kecil dan berbentuk dua dimensi, dapat dihasilkan menggunakan fasilitas perakitan sub-blok. Dalam perencanaan kerja, inilah yang menjadi poin pembeda dalam memisahkan perakitan *semi-block* dari perakitan blok. Pengelompokan *stage semi-block* sama saja dengan sub-sub blok seperti diperlihatkan pada Gambar 2.5.

Level perakitan blok terbagi dalam *problem area* menggunakan fitur pembeda dari panel yang dibutuhkan sebagai dasar untuk penambahan komponen, rakitan komponen, dan / atau sub-blok, serta untuk keseragaman terhadap waktu kerja yang diperlukan. Karakteristik ini menentukan apakah *platens* atau *jig pin* yang diperlukan, atau blok yang mana harus dimulai dirakit dan selesai pekerjaannya berbarengan. Karena keunikannya, blok bangunan atas ditangani secara terpisah. Untuk membagi *problem area*, definisi yang diperlukan adalah:

- *Flat* (datar)
- *Special flat* (datar khusus)
- *Curve* (kurva atau lengkung)
- *Curve* (kurva khusus)
- *Superstructure* (bangunan atas)

Karena variasi waktu kerja dan atau *jig* yang diperlukan, khusus blok datar dan kurva khusus tidak dirakit di fasilitas yang dirancang dalam alur kerja yang awal dan penyelesaian pekerjaannya serempak. Dengan demikian membutuhkan pendekatan pekerjaan yang diistilahkan *job-shop* (pekerjaan temporer). Jika

jumlah blok-blok yang dihasilkan sedikit, diklasifikasikan paling kurang ada lima *problem area* yang harus dipertimbangkan. Sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.5, fase *problem area* level perakitan blok terbagi atas:

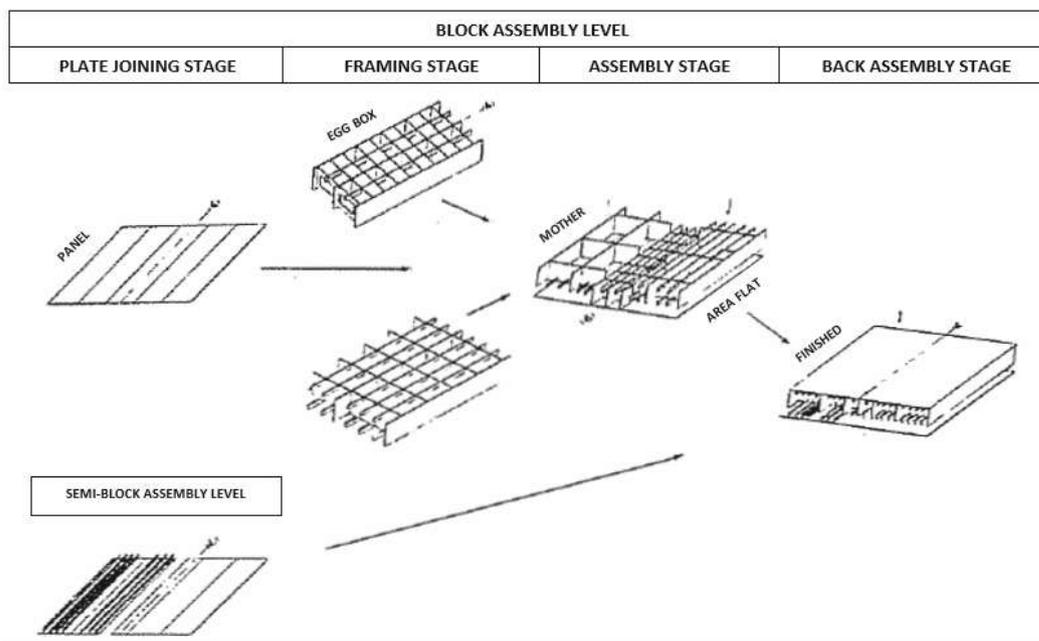
- Penggabungan pelat.
- Pemasangan gading-gading.
- Perakitan.
- *Back assembly* atau nil.

Stage level perakitan blok adalah mengkombinasikan panel dengan komponen, rakitan komponen, dan atau sub-blok, dan kadang-kadang dengan semi blok. Dengan pertimbangan normal pada level penggabungan blok-blok (*grand block*), klasifikasi *problem area* hanya dibagi tiga, yaitu:

- Panel datar.
- Panel kurva.
- Bangunan atas.

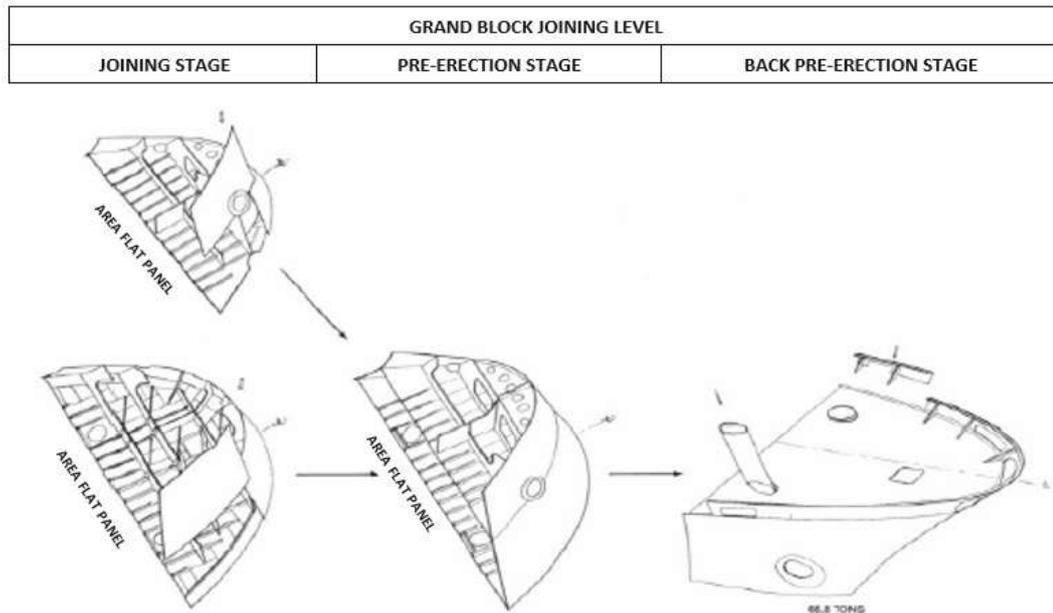
Stage pada level ini dibagi menjadi:

- Penggabungan atau *nil*.
- Penegakan blok awal atau *nil*.
- *Back pre-erection* atau *nil*.



Gambar 2.9 Contoh Semi-blok dan Perakitan Blok (Storch, 1995)

Tingkat *grand-block* yang berada di luar aliran kerja utama diperlukan apabila pembagian zona dari sebuah kapal besar yang diterapkan pada sebuah kapal kecil untuk mencapai keseimbangan kerja yang seragam. Ukuran blok yang lebih kecil digabung menjadi *grand-block* dengan tujuan meminimalkan waktu kerja yang diperlukan dalam pembangunan kapal di *building berth*.



Gambar 2.10 Contoh *Grand-block Joining* pada *Forcastle Deck* (Storch, 1995)

5. Penegakan Blok-Blok Badan Kapal (Hull Erection)

Penegakan blok-blok (*erection*) adalah level terakhir dari pembangunan kapal yang menggunakan pendekatan zona. *Problem area* pada level ini adalah:

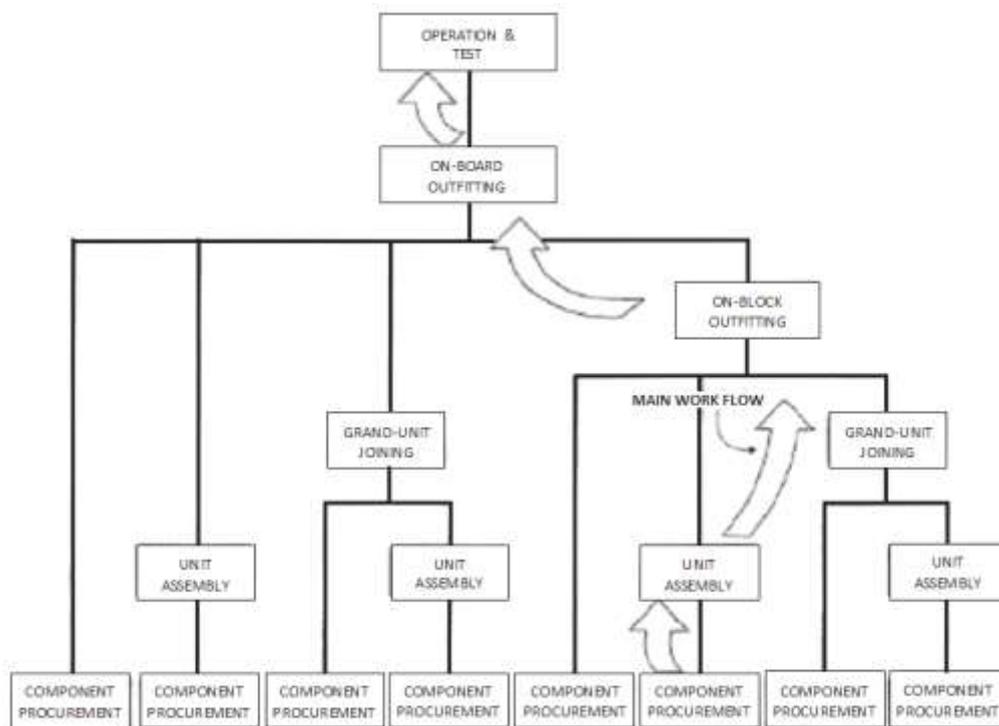
- Haluan atau bagian depan badan kapal (*fore hull*).
- Ruang muatan (*cargo hold*).
- Ruangan mesin (*engine room*).
- Buritan atau bagian belakang badan kapal (*aft hull*).
- Bangunan atas.

Stage secara sederhana terbagi atas:

- *Erection*.
- Pengujian dan percobaan kapal (*test*).

Pengujian pada tingkat ini seperti tes tangki, sangat penting ketika sebuah produk antara (*interim Product*) selesai. Ini diperlukan untuk pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi paket. Hasilnya dicatat dan analisis untuk dilakukan perbaikan lebih lanjut.

- **Zone Outfitting Method (ZOFM)** dimana peningkatan efisiensi dapat dicapai dengan proses instalasi perlengkapan atau peralatan konstruksi lambung pada saat berbentuk panel (*on unit*), berbentuk blok (*on block*) atau sudah berbentuk lambung secara utuh (*on board*). ZOFM memungkinkan proses pengelasan perlengkapan dilakukan secara *downhand* di bengkel produksi.



Gambar 2.11 Tingkat Manufaktur ZOFM (Storch, 1995)

Perencanaan *Outfitting* adalah terminologi yang digunakan untuk menggambarkan/mendeskripsikan alokasi sumber daya untuk pekerjaan penginstalan komponen-komponen kapal selain struktur lambung kapal. Saat ini banyak diaplikasikan perencanaan outfitting dengan nama Metode *Zone Outfitting* (ZOFM) yang sebelumnya adalah metode *Conventional Outfitting*.

Metode ZOFM dianjurkan untuk diaplikasikan pada galangan-galangan dengan keuntungan-keuntungan adalah :

1. Meningkatkan keselamatan kerja.
2. Mengurangi biaya-biaya produksi.
3. Kualitas baik.
4. Produktifitas tinggi.

ZOFM merupakan konsekuensi alami dari HBCM, keduanya dikerjakan dengan logika yang sama seperti terlihat pada Gambar 2.11. Galangan mengerjakan perakitan secara ZOFM dapat dilakukan secara *independen* (berdiri sendiri) ataupun dapat digabung saat pekerjaan blok-blok lambung kapal.

Pekerjaan outfitting apabila dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan blok lambung seperti yang tertera dalam kontrak design tentunya akan terjadi perubahan secara signifikan jumlah paket-paket pekerjaan mencakup pekerjaan desain, identifikasi material, pengadaan, fabrikasi komponen/bagian, dan perakitan. Hal ini penting diketahui untuk melihat sejauh mana kemajuan pekerjaan instalasi (*outfitting*).

Perencana HBCM mendefinisikan produk-produk antara mulai dari lambung sebagai zone, kemudian membagi menjadi zona-zona blok dan zona blok dibagi menjadi zona sub-blok dan seterusnya. Proses ini dinyatakan selesai jika bagianbagian tidak bisa dibagi lagi. Pembagian-pembagian zona ini secara alami mempertimbangkan secara khusus tingkatan atau level manufaktur. Perencana ZOFM harus berdasar pada rancangan zone perakitan lambung. Namun demikian tidak menutup kemungkinan zone *outfitting* dapat dibuat secara independen.

On-unit yang merujuk pada zone dapat didefenisikan sebagai penataan /peletakan/pemasangan perlengkapan/peralatan/suku cadang yang dirakit secara tersendiri dari struktur lambung. Perakitan seperti ini disebut *on-unit outfitting*. Perakitan seperti ini dapat meningkatkan keamanan serta mengurangi jam-orang dan durasi/waktu yang dialokasikan untuk *on-block* dan *on-board outfitting*.

On-block untuk keperluan *outfitting*/instalasi mengacu pada hubungan yang lebih fleksibel antara blok dan zona. Perakitan *fitting* (perlengkapan) pada setiap struktural sub-rakitan (misalnya, semi-blok, blok, dan blok besar), disebut sebagai *onblock outfitting*. Zona berlaku untuk daerah yang diinstalasi,

pemasangan peralatan/perlengkapan di langit-langit dari sebuah blok yang dilakukan terbalik adalah sebuah zona sedangkan pemasangan peralatan/perlengkapan di atas geladak setelah blok dibalik merupakan zona lain.

On-board adalah sebuah divisi atau zona untuk paket-paket pekerjaan-perakitan peralatan/perlengkapan selama penegakan (ereksi) lambung dan setelah peluncuran. Sebuah zona ideal perlengkapan on-board menghindari kebutuhan bubar dan atau terus-menerus relokasi sumber daya, terutama pekerja. Sebuah zona ideal *on-board outfitting* adalah menghindari /mengurangi kebutuhan dispersi dan/ atau relokasi terus-menerus sumber daya, terutama pekerja. secara umum, kompartemen didefinisikan sebagai kulit, sekat, dek atau partisi lainnya yang cocok. bahkan seluruh ruang muatan, tanki-tangki, kamar mesin, geladak bangunan atas, atau geladak cuaca dapat menjadi zona berguna untuk tahap akhir *on-board outfitting*.

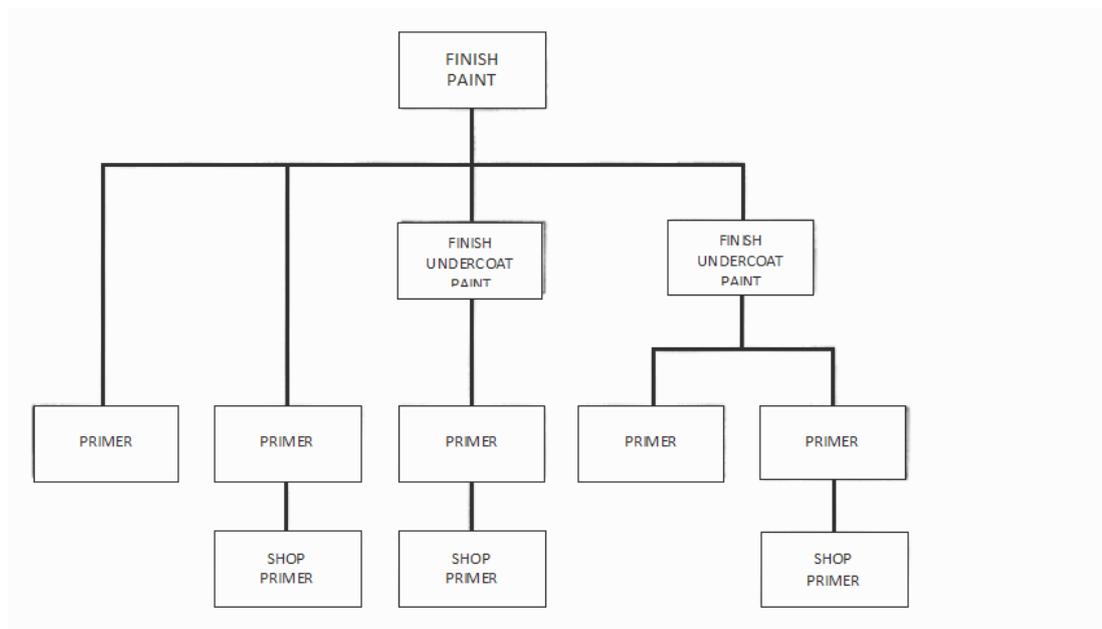
Perencana ZOFM merinci pekerjaan outfit ke dalam paket-paket pekerjaan, dan pertimbangkan komponen-komponen outfit untuk semua sistem dalam zona *on-board* dan mencoba untuk memaksimalkan jumlah dipasang/diinstalasi pada zona onblock. Tujuannya adalah untuk meminimalkan pekerjaan *outfit* selama dan setelah ereksi lambung.

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. Pemandangan 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.

➤ **Zone Painting Method (ZPTM)** dimana persiapan permukaan material dan pengecatan dilakukan terintegrasi dengan HBCM dan ZOFM. Dalam hal ini pekerjaan pengecatan mengalami proses transfer dari metode yang secara tradisional dilakukan di landasan pembangunan atau di dermaga outfitting, ke metode yang mengintegrasikan pekerjaan pengecatan dengan pekerjaan perakitan lambung dan proses instalasi secara menyeluruh pada level-level manufaktur baik ada perakitan awal, perakitan sub-blok sampai perakitan dan penegakan blok. Tingkat manufaktur pada ZPTM dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Tingkat Manufaktur ZPTM (Storch, 1995)

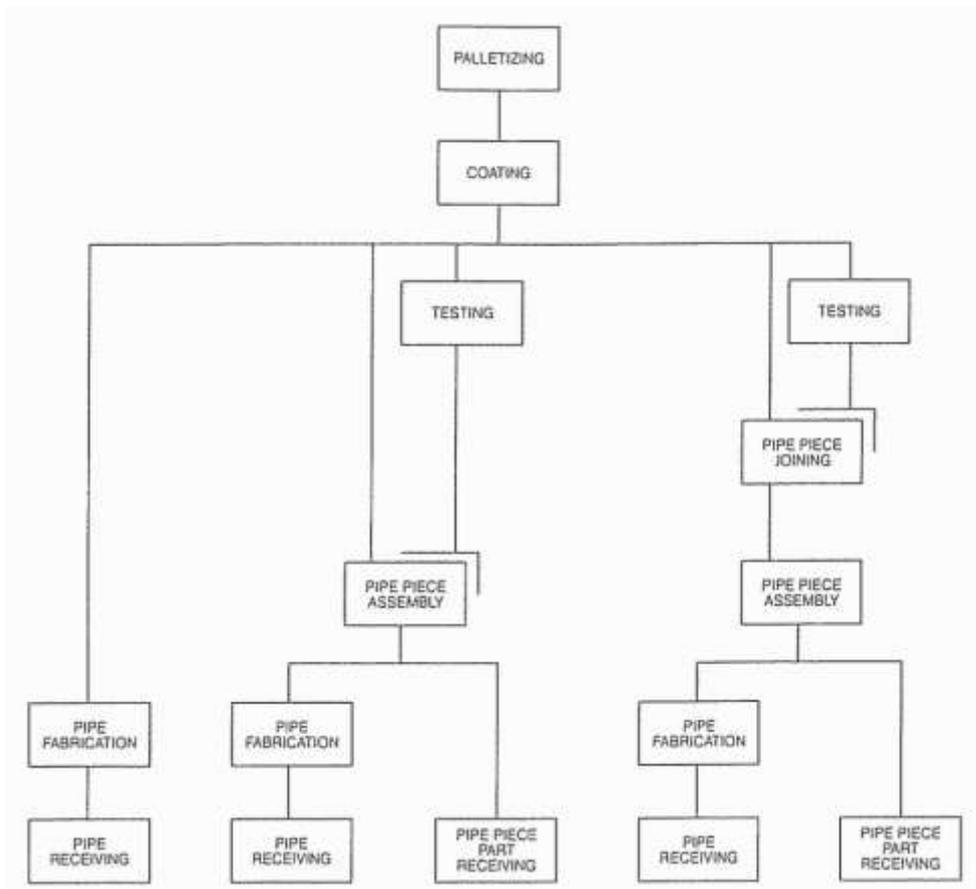
Tujuan utama perencanaan untuk memindahkan/mengeser pekerjaan pengecatan ke level-level manufaktur sebelum pengecatan on-board adalah untuk:

- Pergeseran posisi dari posisi di atas kepala ke posisi dibawah tangan, dari tempat tinggi ke tempat rendah, dan dari tempat terbatas ke tempat yang

mudah diakses.

- Memfasilitasi penggunaan bangunan yang dapat mengendalikan suhu dan kelembaban, terutama untuk pekerjaan pelapisan yang rumit,
- Menyediakan lingkungan yang lebih aman tanpa perangkat luar biasa (*extraordinary devices*) yang akan membebani para pekerja,
- Mencegah terjadinya in-process rust dan pengerjaan ulang,
- Minimalkan penggunaan panggung kerja/peranca terutama hanya untuk persiapan permukaan dan pengecatan, dan
- Tingkat beban bekerja di seluruh proses pembuatan kapal dihindari dengan volume pekerjaan yang besar terutama dalam tahap akhir yang bisa menunda/memperlambat (*jeopardize*) penyerahan kapal sesuai yang dijadwalkan.

➤ **Family Manufacturing** seperti *Pipe Piece Family Manufacturing* (PPFM)



Gambar 2.13 Tingkat Manufaktur PPFM (Storch, 1995)

Pada HBCM, ZOFM, dan ZPTM mewakili penerapan prinsip-prinsip *Group Technology* (GT) untuk pembangunan kapal. Integrasi dari metode tersebut dapat membangun kapal secara keseluruhan. GT juga mengatur proses manufaktur pipa yang akan dipasang pada kapal. Tingkat manufaktur *Pipe Piece Family Manufacturing* (PPFM) dapat dilihat pada Gambar 2.13. Pekerjaan PPFM dikerjakan pada bengkel terpisah tetapi tetap terintegrasi dengan proses pembangunan.

Integrasi antara konstruksi lambung, instalasi peralatan, dan pengecatan mempengaruhi seluruh aspek dalam pembangunan kapal, sehingga dibutuhkan kolaborasi terhadap seluruh elemen galangan kapal mulai dari proses desain. Target utama dari penerapan PWBS dengan IHOP ini adalah peningkatan produktivitas galangan kapal.

Menurut Ma'ruf (2014), teknologi produksi yang lebih maju dalam pembangunan kapal akan mengoptimalkan pembangunan kapal niaga seri yang dibangun secara *parallel* atau massal, dimana komponen-komponen sejenis dapat diproduksi massal dengan metode PWBS dan secara langsung akan berujung adanya revitalisasi fasilitas dan peralatan, penguasaan teknologi, pengembangan *database* desain, dan standar produk, sesuai dengan kapasitas dan tipe kapal yang menjadi produk unggulan.

c. *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing merupakan implementasi tingkat lanjut dari PWBS. Menurut Kolic (2011), dasar untuk transformasi *lean manufacturing* dari proses galangan kapal meliputi pengembangan studi kasus mengenai pemanfaatan fasilitas produksi yang telah ada agar berfungsi efektif dan efisien. Galangan kapal yang memiliki PWBS akan lebih mudah untuk menyesuaikan produksinya terhadap *lean manufacturing*. Teknologi dan *design for production* membuat peningkatan yang signifikan terhadap proses di galangan kapal. Namun, dengan integrasi *lean manufacturing*, fasilitas produksi menjadi lebih efisien mengurangi jam kerja hingga 60 persen dari keadaan semula.

Pendekatan *lean manufacturing* itu sendiri adalah upaya yang dilakukan perusahaan untuk meningkatkan efisiensi produksi. *Lean* dijadikan sebagai

praktek yang mempertimbangkan berbagai pengeluaran yang berkaitan dengan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Semua itu bertujuan untuk mewujudkan nilai suatu produk yang dihasilkan untuk meningkatkan omset penjualan. Cara yang dilakukan oleh hampir semua perusahaan produksi tersebut adalah untuk mencegah terjadinya pemborosan anggaran produksi. Dengan menggunakan konsep *lean manufacturing* tersebut maka akan mengurangi biaya produksi namun tetap menjaga kualitas barang yang dihasilkan. Metode ini diadaptasi dari *Toyota Production System (TPS)*. Menurut Koskela (2002), tujuan utama *lean manufacturing* adalah memaksimalkan nilai (*value*) bagi pelanggan dan meningkatkan profitabilitas perusahaan dengan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*).

Karena fokus utama dari *lean manufacturing* adalah menghilangkan *waste* dalam proses, maka dalam konsepnya terdapat *waste* (aktivitas tanpa nilai tambah dari kacamata pelanggan) yang umumnya terjadi dan harus dihilangkan, menurut El-Namrouty (2013) *waste* tersebut antara lain:

- *Waste* Transportasi – *waste* ini terdiri dari pemindahan atau pengangkutan yang tidak diperlukan seperti penempatan sementara, penumpukan kembali, perpindahan barang
- *Waste* Kelebihan Persediaan – inventori, stok atau persediaan yang berlebihan
- *Waste* Gerakan – *waste* ini berupa waktu yang digunakan untuk mencari, kemudian gerakan yang tidak efisien dan tidak ergonomis
- *Waste* Menunggu – *waste* ini termasuk antara lain aktivitas menunggu mesin otomatis, menunggu barang datang, menunggu material, dan sebagainya.
- *Waste* Kelebihan Produksi – menghasilkan produk melebihi permintaan, ataupun lebih awal dari jadwal
- *Waste* Proses Berlebih – penambahan proses yang tidak diperlukan bagi barang produk hanya akan menambah biaya produksi
- *Waste* Defect – pekerjaan ulang karena adanya ketidak sesuaian tidak ada nilai tambahnya (pelanggan tidak membayar)

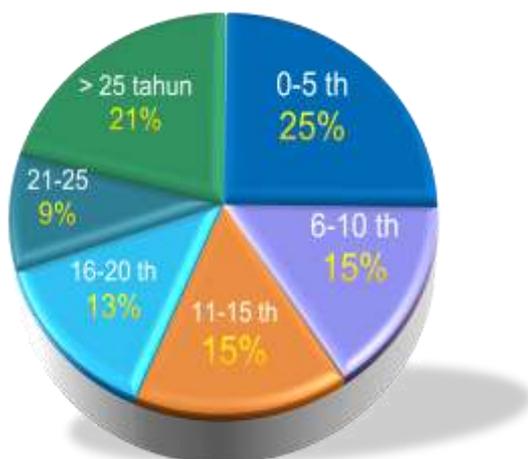
Mengingat tujuan utama dari *lean manufacture*, Dugnas (2008) mengadaptasikannya untuk pembangunan kapal agar lebih baik. Adaptasi prinsip *lean manufacture* tersebut adalah sebagai berikut :

- Kurangi bagian aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah
- Meningkatkan nilai output melalui pertimbangan kebutuhan pelanggan secara sistematis.
- Kurangi variabilitas proses.
- Kurangi waktu siklus. Hilangkan stok persediaan dan desentralisasikan hirarki organisasi.
- Sederhanakan dengan meminimalkan jumlah langkah, bagian dan keterkaitan dalam suatu produk dan jumlah langkah dalam arus material atau informasi.
- Meningkatkan fleksibilitas output. Gunakan desain produk modular, kurangi kesulitan dalam pengaturan dan pergantian, dan latih tenaga kerja multi-keterampilan.
- Meningkatkan transparansi proses.
- Fokus kontrol pada keseluruhan proses. Bentuk tim untuk melakukan kontrol atas proses tersebut dan membangun kerjasama jangka panjang dengan pemasok.
- Memasukkan praktik terbaik ke dalam organisasi dan menggabungkan kekuatan yang ada dengan praktik eksternal terbaik.
- Bangun perbaikan terus menerus ke dalam prosesnya.
- Dengan meningkatkan kinerja pada tingkat perencanaan maka akan meningkatkan kinerja di tingkat proyek.
- Pergeseran pekerjaan desain sepanjang rantai pasokan untuk mengurangi variasi dan mencocokkan konten kerja.
- *Benchmark*

2.2. Kebutuhan Kapal dan Daya Saing Galangan Kapal Nasional

Sejak diterbitkannya INPRES 5/2005 tentang azas cabotage, terjadi peningkatan jumlah armada kapal nasional hingga tahun 2014 sebesar 8,259 kapal, namun demikian sekitar 30% dari jumlah armada kapal niaga nasional saat

ini telah berumur lebih dari 20 tahun. Jika diasumsikan lifetime suatu kapal sekitar 30 tahun maka dalam 10 tahun kedepan dibutuhkan pergantian kapal tua sekitar 2,478 kapal. Ilustrasi persentase kapal berdasarkan umur dapat dilihat pada Gambar 2.14.



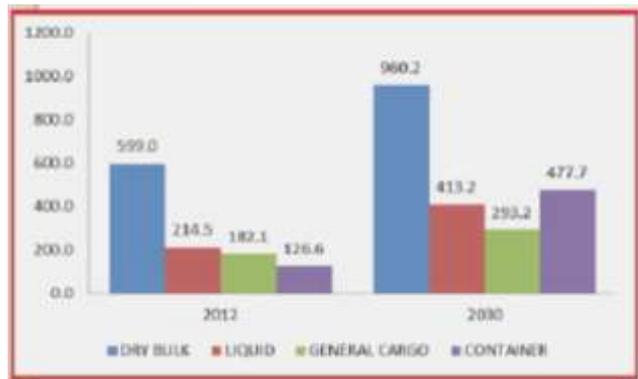
Gambar 2.14 Distribusi umur kapal di Indonesia (sumber : KEMENPERIN, 2015)

Pada Gambar 2.15 merupakan proyeksi IPERINDO (2015) yang menjelaskan bahwa kebutuhan kapal niaga Indonesia dalam jangka waktu tahun 2015-2019 mencapai 609 unit kapal yang terdiri dari 46 unit kapal kontainer ukuran 1.000 TEUs, 37 unit kapal peti kemas ukuran 3.000 TEUs, 26 unit kapal barang perintis stara 208 TEUs, dan 500 unit kapal pelayaran rakyat dengan total investasi 57,3 triliun rupiah. Selain itu, untuk mendukung terwujudnya program Tol Laut dalam program Poros Maritim kebutuhan 50 unit kapal perintis penumpang dan barang berbagai ukuran termasuk kapal kontainer 100 TEUs.



Gambar 2.15 Proyeksi kebutuhan kapal niaga 2015-2019 (IPERINDO, 2015)

Selain itu, IPERINDO juga memproyeksikan peningkatan muatan cargo untuk kapal kontainer pada tahun 2030 mencapai 477.700 ton dan peningkatan muatan kargo jenis lainnya seperti ilustrasi pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Proyeksi perbandingan total muatan cargo tahun 2012-2030 (sumber: IPERINDO, 2015)

Meskipun banyaknya kebutuhan kapal nasional, daya saing galangan kapal nasional terhadap pasar dunia masih sangat lemah. Hal ini terkait produktivitas galangan kapal nasional yang juga masih lemah. Tidak ada parameter pengukuran yang diterima secara universal untuk membandingkan produktivitas antar galangan kapal, oleh karena itu dibutuhkan suatu model pengukuran dimana haruslah didasarkan pada parameter yang ada di galangan pada saat itu. Idealnya, model pengukuran ini mempertimbangkan tipe kapal yang dibangun dan ukuran / kapasitas dari kapal dimana keduanya akan berpengaruh terhadap performa dari galangan. Untuk mengatasi masalah tersebut dikembangkanlah konsep *Compensated Gross Tonnage* (CGT) yang didasarkan pada pertimbangan terhadap tipe kapal (kompleksitas) dan ukuran kapal (kapasitas).

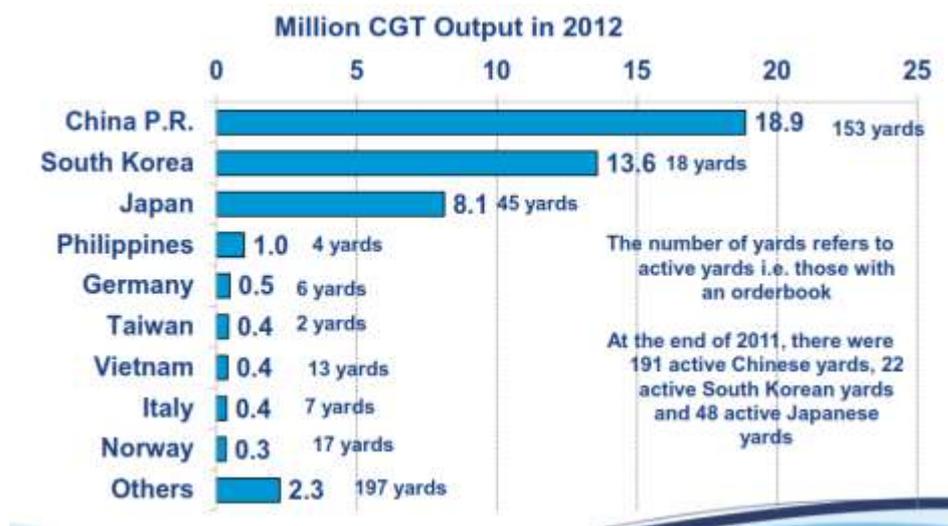
Ukuran CGT merupakan pengembangan dari diskusi antara *Association of West Europe Shipbuilders* (AWES) dan *Shipbuilder Association of Japan* (SAJ) pada tahun 1966 dan 1967. Hasil dari diskusi ini adalah dikeluarkannya aturan umum mengenai cara perhitungan untuk menghitung *Compensated Gross Registered Tonnage* (CGRT). Pada tahun 1969 diperkenalkan koefisien baru yang dapat mengkonversikan koefisien GRT berubah menjadi koefisien GT. Pada tahun 1974 konsep ini diadopsi oleh *Organization for Economic Cooperative Development* (OECD) sebagai parameter dasar perbandingan dari *output* galangan nasional.

Compensation coefficient (CC) adalah koefisien yang digunakan untuk mengkonversikan bentuk *Gross tonnage* ke dalam bentuk *Compensated Gross*

Tonnage. Koefisien ini telah dikembangkan untuk semua jenis kapal yang bersifat komersil dan tidak berlaku untuk kapal perang. *Compensation Coefficient* (CC) telah disetujui oleh OECD (*Organization for Economic Cooperative Development*) dan berbentuk tabel untuk tipe dan kapasitas kapal yang berbeda. Dibawah sistem ini, perbedaan tipe dari kapal dan besar kapasitas kapal diwakili dalam 40 koefisien.

Gross Tonnage (GT) kapal adalah ukuran dari volumenya. Istilah lainnya adalah *Admeasurement*, yang berawal di Inggris pada abad ke-16 dimana merupakan salah satu cara untuk mengukur perolehan/pemasukan dari kapal atau bisa dikatakan sebagai indikasi dari ukuran atau kapasitas kapal. GT dikembangkan selama bertahun-tahun melalui aturan yang sangat kompleks, tapi tidak sama pada tiap-tiap negara hingga akhirnya IMO mengganti proses lama tersebut dengan ukuran internasional pada tahun 1970.

Harga *Compensated Gross Tonnage* (CGT) diperoleh dari perkalian antara besar harga *Gross Tonnage* (GT) dengan *Compensation Coefficient* (*Factor CGT*). CGT yang merupakan dasar pengukuran produktivitas dapat diperluas lagi sebagai alat untuk memperhitungkan tingkat persaingan galangan.



Gambar 2.17 Output galangan kapal dunia dalam CGT (sumber : Rowe, 2013)

Pada Gambar 2.17 menunjukkan hasil produksi galangan kapal di dunia pada tahun 2012 di mana Indonesia tidak termasuk dalam 10 besar dunia dan terlihat perbedaan yang sangat signifikan pada peringkat 1 sampai 4. Menurut

Ma'ruf (2006), galangan kapal Indonesia hanya meraih pangsa pasar 0,35 persen hingga 0,5 persen, hal ini berarti hanya berkisar 160.000 CGT dan terpaut sangat jauh dengan galangan kapal China dengan hasil produksi 18,9 juta CGT.

Hasil penilaian galangan kapal tidak terlepas dari aspek kualitas hasil produksi kapal, harga kapal, dan kecepatan proses produksi kapal. Hal tersebut akan menjadi tolak ukur utama dalam daya saing galangan kapal baik secara nasional maupun internasional. Berdasarkan penelitian Ma'ruf (2006), daya saing pada galangan kapal kelas nasional menengah dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Yang termasuk dalam faktor internal adalah *shipyard management*, *process technology*, *product performance*, dan *price quotation*. Faktor tersebut dapat mempengaruhi tingkat produktifitas dan juga secara langsung mempengaruhi daya saing galangan kapal. Oleh karena itu, arah pengembangan harus berorientasi pada manajemen teknologi yang lebih maju dan modern

Kapasitas produksi juga sangat dipengaruhi oleh kemampuan faktor-faktor produksi yang dimiliki dan kontribusinya dalam pencapaian target produksi perusahaan, dimana kapasitas produksi ini merupakan kemampuan maksimum dari alat-alat produksi untuk menghasilkan *output* produk dalam periode tertentu. *Skill* tenaga kerja, kecanggihan alat-alat produksi, ketersediaan infrastruktur dan penerapan metode produksi yang tepat sangat menentukan kapasitas produksi tersebut. Berdasarkan input faktor-faktor yang berpengaruh tersebut, analisis produktivitas di beberapa galangan kapal nasional yang ada di Jawa timur dan Madura menunjukkan produktivitas PT. Dumas adalah 24,08 JO/CGT, PT. PAL adalah 27,49 JO/CGT, PT. DPS adalah 27,86 JO/CGT, dan PT. Adiluhung sebesar 45 JO/CGT (Arif, 2014). Berkaitan dengan hal itu, derajat kecanggihan galangan kapal juga perlu diukur dan dievaluasi.

Menurut Ma'ruf (2014), arah pengembangan galangan kapal terdapat pada manajemen dan teknologi produksi. Dengan teknologi produksi yang lebih maju dalam pembangunan kapal akan mengoptimalkan pembangunan kapal niaga seri yang dibangun secara *parallel* atau massal, dimana komponen-komponen sejenis dapat diproduksi massal dengan metode PWBS dan secara langsung akan berujung adanya revitalisasi fasilitas dan peralatan, penguasaan teknologi, pengembangan *database* desain, dan standar produk, sesuai dengan kapasitas dan

tipe kapal yang menjadi produk unggulan. Selain itu, peranan manajemen teknologi juga sangat penting dalam mendukung daya saing galangan kapal. Dengan manajemen dan pengelolaan teknologi yang baik akan meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya dan waktu proses produksi. Hal tersebut secara langsung akan berdampak positif pada daya saing galangan kapal.

Proses produksi dengan pendekatan konsep *lean manufacturing* merupakan salah satu bentuk pengembangan pada manajemen dan teknologi. Dengan konsep *lean manufacturing*, kegiatan yang tidak bernilai tambah (*waste*) dapat dikurangi.

2.3. Kapal Peti Kemas (*Container*) 100 TEUs

Kapal peti kemas adalah kapal yang khusus digunakan untuk mengangkut peti kemas yang standar. Memiliki rongga (*cells*) untuk menyimpan peti kemas ukuran standar. Peti kemas diangkat ke atas kapal di terminal peti kemas dengan menggunakan *crane* atau derek khusus yang dapat dilakukan dengan cepat, baik *crane* yang berada di dermaga, maupun *crane* yang berada di kapal itu sendiri. Ukuran standar dari kontainer sendiri adalah 20 ft dan 40 ft.

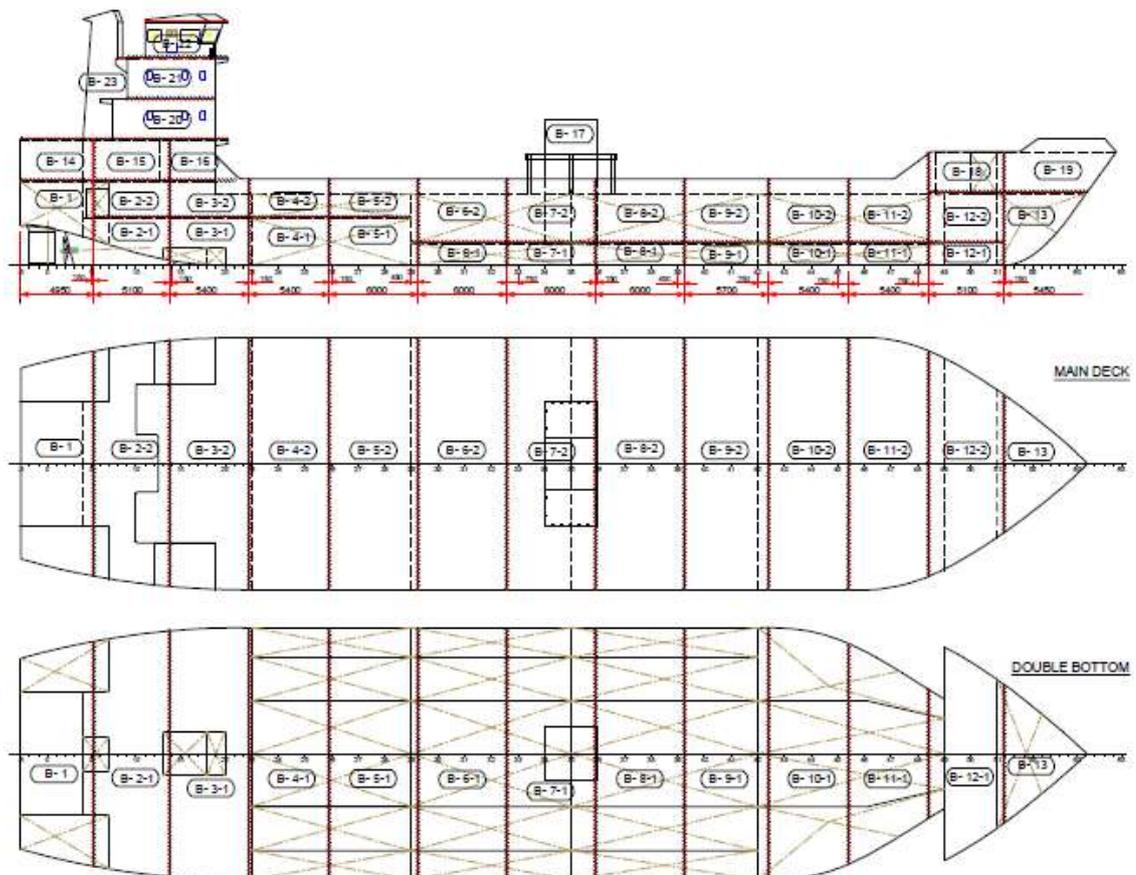
TEU (*twenty-foot equivalent unit*) merupakan sebuah satuan kapasitas kargo yang tidak eksak yang mana sering digunakan untuk mendeskripsikan kapasitas kapal peti kemas dan terminal peti kemas. Satuan ini didasarkan pada ukuran peti kemas dengan panjang 20 ft (6,1 m), sebuah kotak logam berukuran standar yang dapat dipindahkan dengan mudah antar berbagai moda transportasi seperti kapal, kereta api, dan truk. Untuk kapal peti kemas ukuran 100 TEUs berarti dapat menampung maksimal 100 peti kemas ukuran 20 ft.

Pada saat ini terdapat 15 unit kapal kontainer 100 TEUs yang sedang dibangun pada 8 galangan kapal di Indonesia dengan 2 desain yang berbeda, yaitu 5 unit oleh PT. DRU Lamongan, 2 unit pada PT. Orella Shipyard Gresik, 1 unit pada PT. Dumas Surabaya, 1 unit pada PT. JMI Semarang, 1 unit pada PT. Bandar Abadi Batam, 2 unit pada PT Mariana Bahagia Palembang, 1 unit pada PT. KSO-DKB Banten, dan 2 unit pada PT. IKI Makassar.

Dari data yang diperoleh, kapal kontainer 100 TEUs yang saat ini sedang dibangun di beberapa galangan kapal di Indonesia memiliki ukuran utama sebagai berikut :

- Length over all (Loa) : 74.05 meter
- Length between perpendiculars (Lpp) : 69.20 meter
- Breadth moulded (Bm) : 17.20 meter
- Depth moulded (Hm) : 4.90 meter
- Draft (T) : 3.50 meter
- Service speed : 12 knot

Pada Gambar 2.18 merupakan *block division* kapal kontainer 100 TEUs yang saat ini sedang dibangun di galangan kapal PT. IKI Makassar,



Gambar 2.18 *Block division* kapal kontainer 100 TEUs (PT. IKI, 2016)

Dan pada Tabel 2.1 berikut ini adalah data berat konstruksi dari masing-masing blok,

Tabel 2.1 Berat Konstruksi Masing-masing Blok

No	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	
		JML.	SAT.
1		3	4
1	BLOCK B-1	38386.24	Kg
2	BLOCK B-2-1	24706.18	Kg
3	BLOCK B-2-2	15259.61	Kg
4	BLOCK B-3-1	37050.20	Kg
5	BLOCK B-3-2	19330.50	Kg
6	BLOCK B-4-1	52716.60	Kg
7	BLOCK B-4-2	25108.96	Kg
8	BLOCK B-5-1	56907.12	Kg
9	BLOCK B-5-2	26750.17	Kg
10	BLOCK B-6-1	32751.40	Kg
11	BLOCK B-6-2	29182.86	Kg
12	BLOCK B-7-1	30710.91	Kg
13	BLOCK B-7-2	43364.49	Kg
14	BLOCK B-8-1	30449.90	Kg
15	BLOCK B-8-2	30832.24	Kg
16	BLOCK B-9-1	29328.27	Kg
17	BLOCK B-9-2	32926.43	Kg
18	BLOCK B-10-1	27133.10	Kg
19	BLOCK B-10-2	26883.49	Kg
20	BLOCK B-11-1	21881.28	Kg
21	BLOCK B-11-2	30078.85	Kg
22	BLOCK B-12-1	7422.94	Kg
23	BLOCK B-12-2	25596.88	Kg
24	BLOCK B-13	10225.36	Kg
25	BLOCK B-14	19146.22	Kg
26	BLOCK B-15	21081.93	Kg
27	BLOCK B-16	16571.56	Kg
28	BLOCK B-17	28082.45	Kg
29	BLOCK B-18	23507.79	Kg
30	BLOCK B-19	17012.21	Kg
31	BLOCK B-20	24914.66	Kg
32	BLOCK B-21	16195.31	Kg
33	BLOCK B-22	11660.05	Kg
34	BLOCK B-23	8025.70	Kg
35	SKEG	2606.31	Kg
	- -	893788.14	Kg

(Sumber : PT. IKI, 2016)

2.4. Modularisasi Pembangunan Kapal

Teknologi modular akan mendukung konsep *lean manufacturing* untuk pembangunan kapal seperti yang dijelaskan sebelumnya. Dengan meningkatkan kinerja pada tingkat perencanaan (*engineering process*) maka akan meningkatkan kinerja di tingkat proses produksi. Peningkatan kinerja pada tingkat perencanaan

tersebut salah satunya dengan melakukan modularisasi desain dan melakukan *design for production*. Hal tersebut akan meningkatkan kinerja di tingkat proyek karena secara langsung akan mengurangi variasi proses, mengurangi waktu siklus pekerjaan, mengurangi jumlah langkah arus material, dan meningkatkan fleksibilitas output.

a. Definisi Modular

Secara harfiah arti kata modul dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah komponen dari suatu sistem yang berdiri sendiri, tetapi menunjang program dari sistem itu, sedangkan modular adalah bersifat standar (KBBI, 2016). Dan menurut Perez (2015), desain modular adalah pendekatan desain yang membagi sistem menjadi bagian-bagian kecil yang disebut modul, yang dapat mandiri dibuat dan kemudian digabungkan pada sistem yang berbeda.

Berdasarkan arti kata tersebut, maka definisi dari modularisasi pada proses produksi kapal adalah membagi sistem dalam produksi kapal menjadi sistem-sistem yang dapat berdiri sendiri yang bersifat standar atau sama (dapat menggantikan satu sama lain) dan suatu sistem tersebut dapat digabungkan dengan sistem lain dan saling melengkapi.

Teknologi modular pada pembangunan kapal merupakan implementasi dari PWBS dan konsep *lean manufacturing*, di mana terdapat proses *grand block joining* yang membentuk modul terintegrasi dengan *outfitting*. Perencanaan pembagian modul telah dilakukan pada tingkat perencanaan yang mempertimbangkan pembagian sistem, berat modul, dan stabilitas apung modul.

b. Desain Modular pada Produk Industri Manufaktur

Konsep desain modular pada dasarnya sudah diterapkan pada industri manufaktur, seperti kendaraan, elektronik, komputer, mesin, dan arsitektur. Hal tersebut dibuktikan dengan contoh kasus pada kerusakan hardware komputer, kita dapat melepasnya dan memperbaiki bahkan mengganti bagian yang rusak tersebut dengan komponen yang baru (modul harddisk, memori, cpu, dan sebagainya), hal tersebut adalah kelebihan dari desain yang modular. Bayangkan apabila sistem komputer tersebut tidak terbagi dalam modul-modul yang terpisah, maka untuk memperbaiki memori harus melepas sambungan solder yang rumit.

Menurut Bertram (2005), aspek desain modular juga dapat dilihat pada mobil atau kendaraan lain, terdapat bagian-bagian tertentu untuk mobil yang dapat ditambahkan atau diubah tanpa mengubah bagian lainnya mobil. Meskipun hal ini benar, tetapi tidak selalu terjadi seperti ini. Contoh sederhana dari desain modular dalam mobil adalah bahwa banyak mobil datang sebagai model dasar, akan memungkinkan untuk "substitusi" upgrade, seperti mesin yang lebih kuat atau ban musiman, hal ini tidak memerlukan perubahan ke unit lain dari mobil seperti chassis, kemudi, motor listrik atau sistem lainnya.

c. Tujuan Pendekatan Sistem Modular pada Proses Produksi Kapal

Manfaat yang didapatkan dengan modularisasi produksi kapal adalah menarik pekerjaan *erection* dari *building berth* ke area bengkel. Oleh karena itu, kualitas pekerjaan akan lebih baik karena area bengkel lebih nyaman dan kebutuhan waktu untuk pemindahan blok-blok kecil ke area *building berth* dapat dikurangi. Sejatinya, sistem modular pada proses produksi kapal mengarah ke standarisasi kapal dan merupakan implementasi konsep *lean manufacturing* yang mengacu pada PWBS. Secara umum, tujuan utama dari pendekatan sistem modular pada proses produksi kapal adalah :

- Mengurangi biaya desain dan produksi
- Mengurangi waktu desain dan konstruksi
- Mengarah ke standarisasi tipe dan ukuran kapal
- Fleksibilitas yang lebih besar untuk perbaikan kapal, perubahan misi, dan pembaharuan sistem pada kapal di kemudian hari
- Periode pemeliharaan lebih pendek dan lebih murah
- Mengurangi biaya pemeliharaan
- Memungkinkan sinergi antar galangan kapal untuk saling bekerja sama

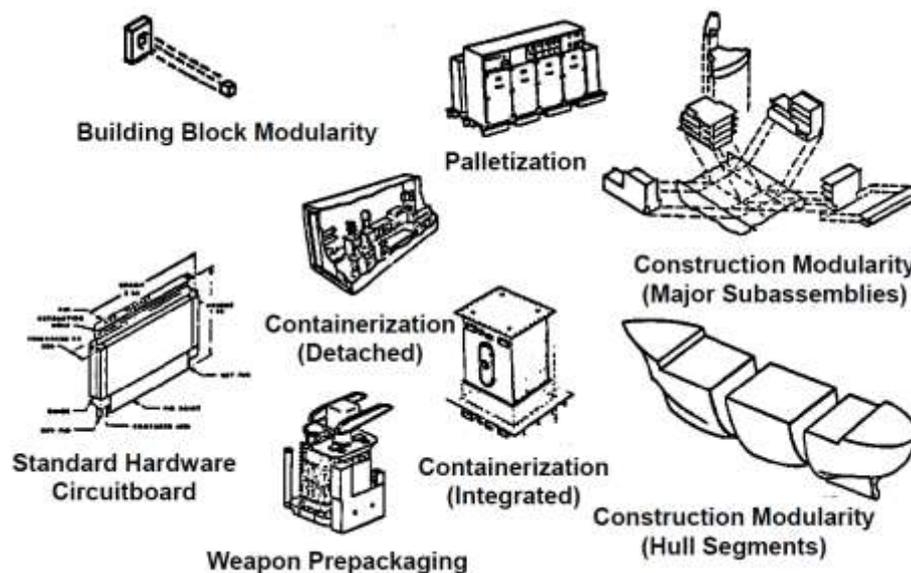
Namun, modularisasi juga mengakibatkan:

- Upaya desain awal (*engineering process*) yang lebih tinggi dan rumit
- Kebebasan desain berkurang (mungkin memperlambat kemajuan teknologi)
- Kebutuhan kapasitas alat angkut meningkat
- Dibutuhkan ketelitian dan presisi yang tinggi

- Dibutuhkan kontrol kualitas yang tinggi
- Kebutuhan area bengkel biasanya meningkat

d. Tipe Modularisasi pada Kapal

Modularisasi pada pembangunan kapal dapat dilakukan dengan berbagai macam tipe. Pada penelitian tesis ini, tipe modularisasi yang dibahas adalah *construction modularity (hull segment)*. Tipe modularisasi lainnya yang dapat diterapkan pada kapal diilustrasikan pada Gambar 2.19 berikut ini :

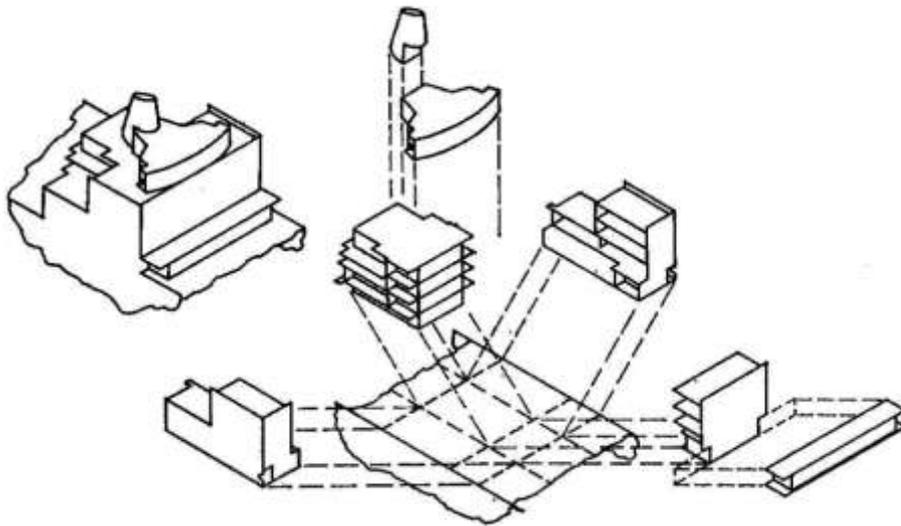


Gambar 2.19 Tipe modularisasi pada Kapal (Abbott, 2006)

e. Perkembangan Penerapan Sistem Modular Pada Proses Produksi Kapal Di Dunia

Modular Deckhouse (1967)

Pada tahun 1967, J.J. Henry Company menganalisa fisibilitas dan kelebihan dari konstruksi modular pada rumah geladak kapal MARAD. Akan tetapi, konsep ini tidak jadi dilaksanakan pada kapal tersebut. Konsep *modular deckhouse* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.20.



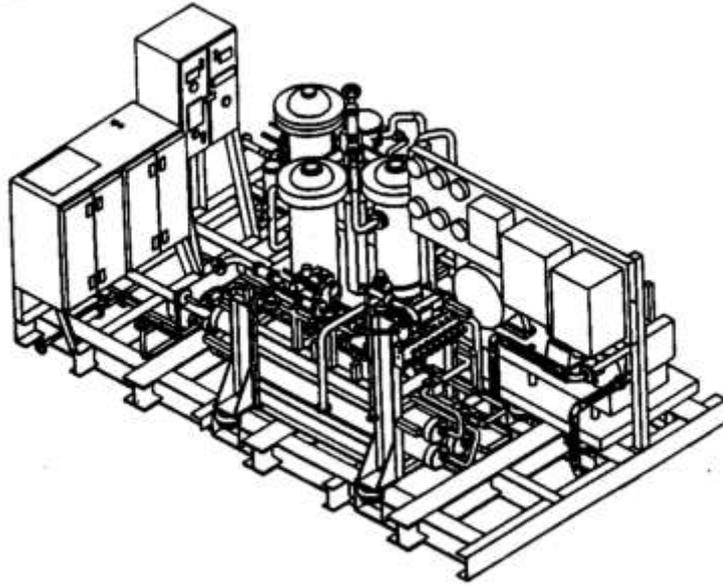
Gambar 2.20 Pembagian *Modular Deckhouse* (Bertram, 2005)

M1000 System (1977)

Pada masa Perang Dunia II, karena permintaan kapal masa itu cukup besar, Blohm+Voss merancang sebuah desain untuk produksi kapal yang disebut “Pioneer”. Desain tersebut mencakup sistem akomodasi yang terfabrikasi bernama *M1000 System*. Sistem tersebut terdiri dari rangka baja untuk struktur kabin lengkap dengan furniturnya.

ATC US Navy (1992)

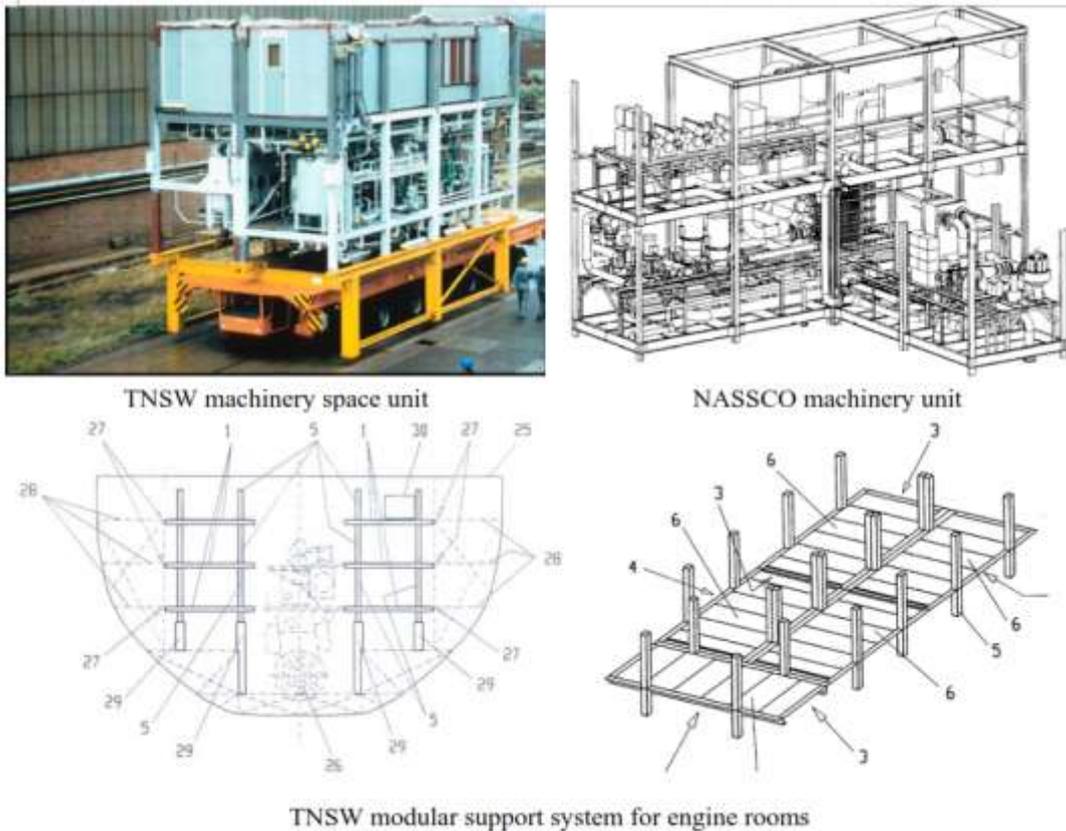
Pada tahun 1992, US Naval Sea Systems Command (NAVSEA) memulai sebuah inisiatif yang diberi judul *Affordability Trough Commonality* (ATC). Objek analisisnya mencakup kebutuhan, standart, desain, spesifikasi, dan prosedur untuk mengurangi biaya dengan modularisasi peralatan, standarisasi peralatan, dan proses penyederhanaan. Modul tersebut terdiri dari komponen standar yang dirakit pada workshop, bahkan memungkinkan dirakit oleh pihak lain. Pada Gambar 2.21 merupakan contoh modul peralatan ATC untuk *Reverse Osmosis Desalinator*.



Gambar 2.21 Modul ATC Peralatan *Reverse Osmosis Desalinator* (Bertram, 2005)

TNSW Modular Engine Room (1996)

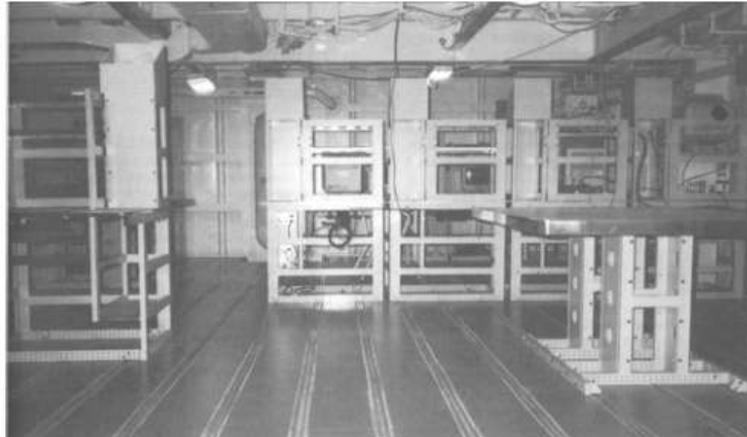
Menurut Thyssen Nordseewerke (TNSW), pekerjaan kamar mesin menghabiskan 40% dari waktu dan biaya total, maka dengan improvisasi pada kamar mesin dinilai berpotensi menekan biaya. Pertimbangan ini menyebabkan pengenalan standardisasi dan modularisasi dalam desain ruang mesin. Pada tahun 1991 galangan mulai dengan membangun kapal kontainer 1.500 TEU dimana kelompok pipa dan pompa digantikan oleh modul yang sepenuhnya dirakit dan dilengkapi dengan modul fungsional. Setelah seri pertama dari kontainer, seri modul diperpanjang dengan beberapa modul tambahan. Secara total, tiga belas kontainer dibangun antara 1991 dan 1996 dengan modular ruang mesin yang telah dipatenkan ini. TNSW juga mematenkan konsep dari *modular supports* untuk kamar mesin yang terdiri dari kolom verikal penguat di lambung untuk menguatkan banyak elemen horisontal pada geladak seperti pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22 TNSW *Modular Engine Room* (Bertram, 2005)

SMART System US Navy (1997)

The Shipboard Modular Arrangement Reconfiguration Technology (SMART) adalah sebuah metodologi untuk pemasangan peralatan pada kapal dengan memperhatikan fleksibilitas dan efisiensi biaya. Fokus teknologi ini adalah sistem rel, mirip dengan yang digunakan oleh industri pesawat terbang, yang memungkinkan peralatan yang akan terpasang ke dek, sekat, atau overhead. Sistem SMART mencakup sistem pondasi track, modular tersambung dengan daya dan pencahayaan, dan *workstation modular*. Pada Gambar 2.23 merupakan area pekerjaan SMART yang memiliki jalur-jalur rel.



Gambar 2.23 SMART Workstation Workshop (Bertram, 2005)

Modular Ship Hull Design IIT (2003)

The Indian Institute of Technology in Kharagpur mematenkan keluarga bentuk lambung kapal modular, menggabungkan pilihan satu bagian belakang kapal, dua lambung depan, dan enam lambung ruang muat untuk menghasilkan total dua belas bentuk lambung seperti diilustrasikan pada Gambar 2.24. Tidak ada informasi tentang pelaksanaan di industri.

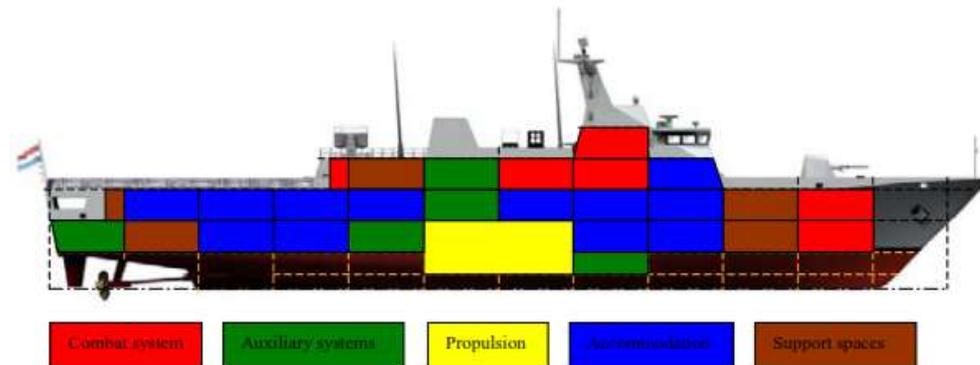


Gambar 2.24 Modular Container Ship (Bertram, 2005)

SIGMA (2003 - sekarang)

Ship Integrated Geometrical Modularity Approach (SIGMA) yang mana dikembangkan oleh Schelde Naval Shipbuilding, merupakan satu set parameter geometri terdefinisi yang diterapkan di seluruh *family* produk, sehingga memberikan pengulangan unit yang identik, baik dalam dimensi ruang kapal serta

dalam lay-out dari sistem. Selanjutnya, bentuk lambung itu sendiri adalah 'modular'. Dengan beberapa bagian depan dan belakang kapal, semua *hull* dalam kisaran *family* produk dapat dibuat seperti pada Gambar 2.25. Pendekatan ini digunakan Schelde Naval Shipbuilding dalam pembangunan Offshore Patrol Vessels (OPVs), serta Perusak Kawal Rudal (PKR) Indonesia yang bekerja sama dengan PT. PAL Indonesia.



Gambar 2.25 Schelde Sigma Offshore Patrol Vessel (Bertram, 2005)

Selain SIGMA, Schelde Naval Shipbuilding juga mengembangkan metode *Enforcer* yang merupakan pengembangan tingkat lanjut dari SIGMA tersebut, dimana modul-modul kecil dirakit menjadi satu *ring block* atau *ring modul* seperti pada Gambar 2.26. Pendekatan modular inilah yang digunakan dalam penelitian ini



Gambar 2.26 Schelde Enforcer Concept (Bertram, 2005)

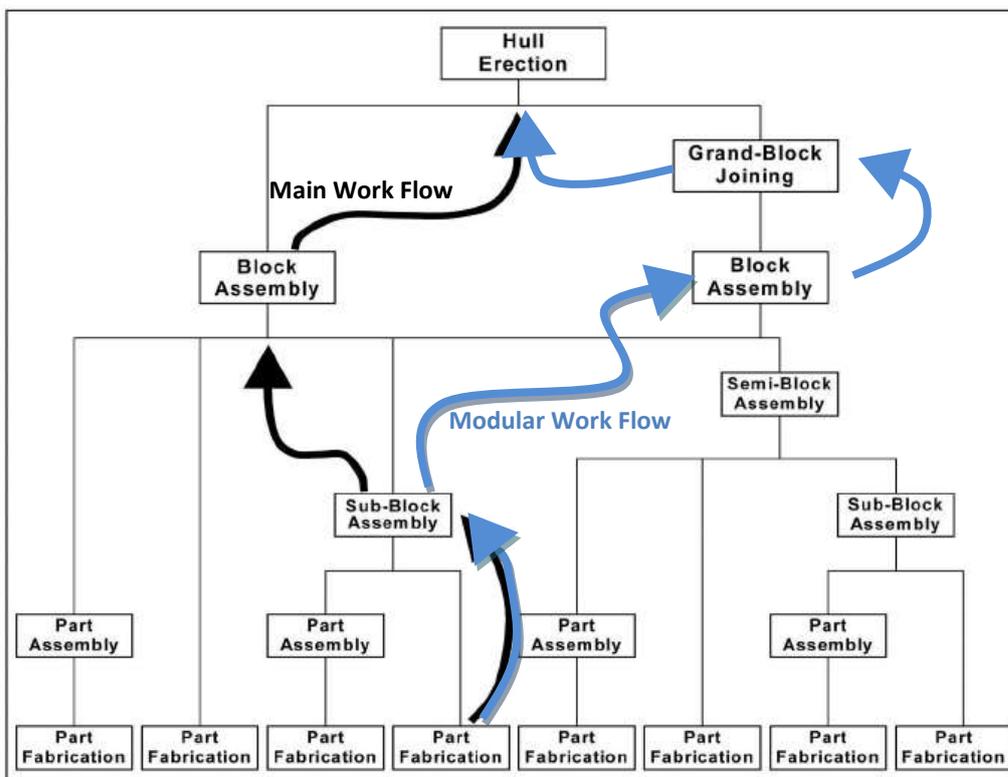
2.5. Implementasi Konsep PWBS untuk Mendukung Teknologi Modular

Pada ulasan sebelumnya, pada PWBS terdapat tahapan *Grand Block Joining*, di mana pada tahapan tersebut adalah menggabungkan beberapa *block* menjadi sebuah *grand block* yang lebih besar dan kompleks, serta dengan pendekatan konsep *lean manufacturing*, mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah secara langsung akan mempercepat waktu proses. Galangan yang menerapkan PWBS dengan baik akan lebih mudah melakukan konsep *lean manufacturing* dengan baik terutama untuk pembangunan kapal secara massal.

Dalam penelitian Pribadi (1991), implementasi PWBS untuk meningkatkan produktivitas pada pembangunan kapal secara massal dapat dilakukan dengan *batch production system*, yaitu memproduksi blok-blok yang sama pada satu *batch* dan dapat ditugaskan pada galangan kapal berbeda. Dengan kata lain, terdapat satu galangan kapal induk untuk merakit (*hull erection*) menjadi beberapa kapal dari blok-blok kapal yang telah dibuat pada galangan kapal pendukung lainnya. Sistem produksi tersebut dapat mempercepat proses pembangunan kapal karena pada saat proses *erection* semua blok telah siap. Akan tetapi, dengan sistem produksi tersebut pekerjaan di area *building berth* seperti pengelasan, instalasi outfitting, dan pengecatan tidak berbeda dengan pembangunan kapal dengan blok kecil pada umumnya, hanya saja tidak perlu menunggu blok tersebut dirakit. Selain itu, kualitas antar blok bisa memiliki kualitas pekerjaan yang berbeda karena dikerjakan oleh berbagai galangan kapal.

Pada prinsipnya, pembangunan kapal dengan *modular system* merupakan implementasi dari tahapan *Grand Block Joining* pada PWBS dan konsep *lean manufacturing*, di mana pada *modular system* penggabungan beberapa *block* menjadi sebuah *ring block* atau juga dapat disebut sebagai modul yang lengkap dengan *equipment & outfitting* (E/O), dan telah dilakukan pengujian. Untuk mempermudah proses erection dan transportasi ke area *building berth* karena keterbatasan kapasitas *crane*, dalam beberapa kasus modul harus dapat diapungkan dengan stabilitas yang baik dengan pemasangan sekat kedap air sementara, dan juga dapat mengapung dengan kondisi *even keel* menggunakan *ballast*.

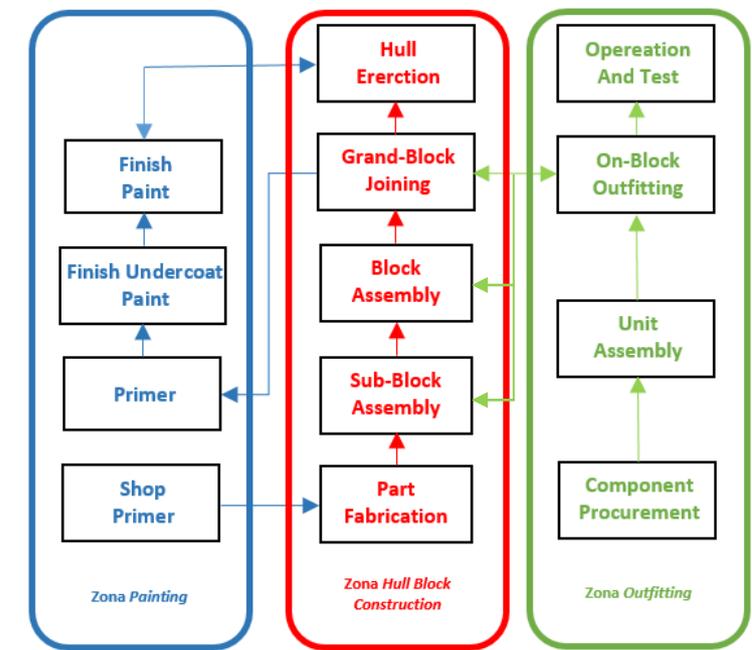
Pembangunan modul tersebut dilakukan pada area bengkel sehingga pekerjaan di area *building berth* menjadi lebih sedikit dan lebih singkat. Hal tersebut juga akan meningkatkan kualitas karena kenyamanan bekerja pada area bengkel lebih baik daripada bekerja pada area *building berth*. Pada Gambar 2.27 merupakan perbandingan aliran kerja utama pembangunan kapal dengan PWBS dan modular. Banyak galangan kapal yang telah menerapkan konsep PWBS dengan mengikuti aliran kerja utama seperti pada gambar di atas, galangan tersebut melakukan *hull erection* yang terdiri dari *block-block* kecil pada lokasi *building berth*, berikutnya menyelesaikan pekerjaan *outfitting* setelah konstruksi lambung kapal terbangun secara utuh, dan setelah itu pengecatan tahap akhir. Hal tersebut menyebabkan pekerjaan di *building berth* lebih lama, sedangkan pekerjaan di *building berth* terdapat keterbatasan seperti transportasi material yang lebih banyak dan kenyamanan bekerja, terlebih apabila *building berth* tersebut berupa landasan miring yang akan berpengaruh pada kualitas. Selain itu, apabila *building berth* berupa *graving dock*, pemanfaatannya harus efektif karena *graving dock* merupakan investasi yang sangat besar pada galangan kapal.



Gambar 2.27 Perbandingan Aliran Kerja Utama PWBS dengan Modular

Pekerjaan *outfitting* pada pembangunan kapal dengan sistem modular akan lebih banyak dilakukan *on-block* dan begitu pula dengan pengecatan tahap akhir (*finish paint*). Pada Gambar 2.28 merupakan aliran kerja pembangunan kapal dengan sistem modular.

Pembangunan kapal dengan *modular system* memerlukan proses *engineering* dan desain yang lebih kompleks karena perlu mempertimbangkan pembagian modul dan juga mempertimbangkan stabilitas pada modul itu sendiri apabila diperlukan pengapungan untuk mempermudah proses *erection* karena keterbatasan alat pengangkat (*material handling*).



Gambar 2.28 Aliran Kerja Pembangunan Kapal dengan Sistem Modular

Pembangunan kapal dengan konsep PWBS ini secara maksimal harus ditunjang dengan suatu sistem *accuracy control* (A/C). Sistem ini perlu dikembangkan menjadi standard galangan dalam memproduksi kapal, yang dimaksudkan untuk mempersingkat waktu, menekan biaya, dan meningkatkan mutu produksi. Siklus sistem *accuracy control* yang dianalogikan sama dengan siklus dasar manajemen untuk setiap proses industri. Siklus ini mencakup fungsi perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi, dengan mempelajari fungsi-fungsi

tersebut mahasiswa dapat memahami sistem operasi *accuracy control* dan memahami pentingnya peran *accuracy control* dalam pembangunan kapal khususnya yang berorientasi produk (PWBS). Salah satu metode pelaksanaan *accuracy control* adalah *statistical quality control* (SQC), sistem ini dapat dikatakan sebagai bagian dari *Quality Control*, yang lingkup pekerjaannya dititikberatkan pada proses pekerjaan desain dan produksi, khususnya untuk mencapai tingkat ketepatan ukuran yang tinggi terhadap pembuatan komponen-komponen produksi disetiap proses pekerjaan. Hal ini dapat dicapai dengan penggunaan metode-metode statistik dalam rangka peningkatan detail-detail disain dan metode-metode pelaksanaan produksi secara terus menerus melalui mekanisme perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi. (Storch, 1995)

2.6. Metode Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi

Tingkat kesiapan teknologi memiliki dua pengertian, yang pertama adalah sebagai indikator yang menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi dapat diterapkan dan diadopsi oleh pengguna/calon pengguna, pengukuran tingkat kesiapan teknologi tersebut dilakukan dengan tekno-meter yang memiliki parameter TRL (*Technology Readiness Level*) level 1-9. Pengertian yang kedua adalah tingkat kecanggihan atau tingkat kemutakhiran teknologi suatu badan usaha dalam menjalankan proses transformasi atau proses produksi, untuk mengukurnya menggunakan metode teknometrik dengan hasil pengukuran berupa nilai TCC (*Technology Contribution Coefficient*) skala 0-1.

a. Metode Tekno-Meter

Tahap Kesiapan Teknologi atau Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) adalah ukuran tingkat kesiapan teknologi yang diartikan sebagai indikator yang menunjukkan seberapa siap atau matang suatu teknologi dapat diterapkan dan diadopsi oleh pengguna/calon pengguna. Tingkat Kesiapan Teknologi merupakan suatu sistem pengukuran sistematis yang mendukung penilaian kematangan atau kesiapan dari suatu teknologi tertentu dan perbandingan kematangan atau kesiapan antara jenis teknologi yang berbeda.

Pada tahun 2003, pengukuran TKT pertama kali dikembangkan oleh NASA, yang digunakan sebagai alat untuk menyeleksi *vendor* teknologi yang sesuai dengan kebutuhannya, dalam rangka mengurangi adanya risiko kegagalan. Kementerian Pertahanan Amerika Serikat (*Department of Defense*) juga mengadopsi metode pengukuran ini untuk mengevaluasi tingkat kesiapan teknologi baru dan panduan pengembangannya di masa datang sampai siap secara operasional (*Operationally Ready*).

Hingga pada tahun 2012, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) membuat tingkat kesiapan teknologi dalam rangka mendukung upaya mengurai stagnasi inovasi di Lembaga Litbang dan perkuatan hubungan Pemasok-Pengguna diperlukan penguasaan informasi TKT oleh kedua belah pihak, penumbuhkembangan kolaborasi bagi inovasi, meningkatkan difusi inovasi hasil litbangyasa

TKT merupakan ukuran yang menunjukkan tahapan atau tingkat kematangan atau kesiapan teknologi pada skala 1 – 9, yang mana antara satu tingkat dengan tingkat yang lain saling terkait dan menjadi landasan bagi tingkatan berikutnya. Selanjutnya uraian dari masing-masing tingkatan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- TKT 1 : Prinsip dasar dari suatu teknologi telah diteliti
Pada tingkatan ini, riset ilmiah mulai diterjemahkan ke dalam riset terapan dan pengembangan. Contoh : studi dasar mengenai sifat atau karakteristik dari suatu material (misalnya : kekuatan-tarik sebagai fungsi temperatur dari material serat baru).
- TKT 2 : Konsep teknologi dan aplikasinya telah diformulasikan
Pada tingkatan ini teknologi telah diformulasikan dalam bentuk konsep sesuai aplikasinya. Pada tingkatan ini, aplikasi masih bersifat spekulasi dan belum ada bukti eksperimen yang sudah teruji atau analisis terperinci yang mendukung hipotesa. Contoh : “Teknologi Silika Nanokomposit” telah dilakukan pengembangan konsep untuk aplikasi dari Silika Nanokomposit.

- TKT 3 : Konsep dan karakteristik penting dari suatu teknologi telah dibuktikan secara analitis dan eksperimental

Pada tingkatan ini adalah proses pematangan teknologi, aktivitas penelitian dan pengembangan (*R&D*) baru dimulai, meliputi kedua-duanya yaitu studi analisis untuk menentukan teknologi ke dalam suatu konteks yang sesuai dan studi laboratorium dasar untuk memvalidasi secara fisik bahwa hipotesa secara analitik adalah benar. Contoh : “Perencanaan Struktur Terowongan Layang dalam Air” telah melalui perhitungan analitik untuk dilakukan tahapan riset selanjutnya.

- TKT 4 : Komponen teknologi telah divalidasi dalam lingkungan laboratorium

Pada tingkatan ini konsep dasar telah teruji, komponen teknologi dasar diintegrasikan untuk menetapkan bahwa suatu konsep teknologi telah layak. Pengesahan ini harus dipikirkan untuk mendukung konsep yang sudah dirumuskan di awal, dan harus juga konsisten dengan kebutuhan aplikasinya. Contoh : “Teknologi Pembuatan *Green Diesel* dan *Gasoline*” telah melakukan pembuatan teknologi di laboratorium dan pengujian sifat fisik dan kimia.

- TKT 5 : Komponen teknologi telah divalidasi dalam lingkungan yang relevan

Pada tingkatan ini, ketepatan dari komponen teknologi dilakukan pengujian lingkungan relevan agar validasi fungsi dan karakteristik komponen teknologi sesuai dengan aplikasi yang diharapkan. Unsur-unsur dasar teknologi juga harus terintegrasi dengan unsur-unsur pendukung, membentuk suatu prototipe yang realistis sedemikian sehingga total aplikasi (*componentlevel*, *sub-system level*, atau *system-level*) dapat diuji dalam suatu simulasi atau kondisi lingkungan aslinya. Contoh : “Rancang Bangun Kapal Bersayap WiSE-8” Model telah diuji terbang di atas permukaan air danau

- TKT 6 : Model atau Prototipe telah diuji dalam lingkungan yang relevan

Pada tingkatan ini, suatu model atau sistem prototipe atau sistem yang akan berlanjut ke pengembangan berikut diuji di dalam suatu lingkungan yang relevan. Contoh : “Pemanfaatan Energi Panas Bumi untuk PLTP *Direct Use*” prototipe telah diuji untuk mengeringkan produk pertanian.

- TKT 7 : Prototipe telah diuji dalam lingkungan sebenarnya
Pada tingkatan ini, prototipe diuji dalam lingkungan yang sebenarnya. Ukuran prototipe harus mirip atau dalam skala yang sesuai dengan sistem operasional yang direncanakan dan demonstrasi harus berlangsung pada lingkungan sebenarnya. Contoh: “*Slow Release Fertilizer (SRF)*” telah diuji untuk efisiensi pemupukan padi sawah pada lahan pertanian di beberapa lokasi.
- TKT 8 : Sistem Teknologi telah lengkap dan memenuhi syarat (*qualified*) melalui pengujian dan demonstrasi dalam lingkungan/ aplikasi sebenarnya
Pada tingkatan ini, sistem teknologi telah lengkap, dimana teknologi telah melalui uji dan demonstrasi dalam lingkungan yang sebenarnya, memenuhi syarat dan pengembangan sistem dari semua unsur teknologi telah diakhiri. Contoh : “Pengembangan Teknologi Manufaktur *Rubber Hose* (Pipa Apung)” telah dilakukan uji dan demonstrasi pada sistem perpipaan di Kilang Pertamina.
- TKT 9 : Teknologi benar-benar teruji/terbukti melalui keberhasilan pengoperasian.
Pada tingkatan ini, teknologi benar-benar telah teruji/terbukti melalui keberhasilan pengoperasian. Tahapan ini merupakan akhir dari keseluruhan pengembangan teknologi.

Tekno-Meter sendiri adalah sebuah perangkat lunak (software) berbasis spreadsheet yang menghimpun beberapa pertanyaan standar untuk setiap tingkatan dan menampilkan TKT yang dicapai secara grafis. Perangkat lunak ini cukup membantu dalam proses pengukuran TKT (yang dapat dilakukan berulang). Tekno-Meter dapat memberikan gambaran sesaat (snap shot) tentang status kematangan teknologi pada waktu tertentu. Disamping itu juga dapat untuk

mengevaluasi proses historis pencapaian kesiapan/kematangan teknologi dari program pengembangan yang dilakukan dalam suatu teknologi.

Pengukuran tingkat kesiapan teknologi dapat dilakukan secara mandiri (*self assessment*) dimaksudkan untuk memetakan kapasitas dan kapabilitas teknologi. Upaya ini dirintis pertama kali oleh William Nolte beserta timnya di AFRL Amerika Serikat (*Air Force Research Laboratory*) pada tahun 2005, mengembangkan “kalkulator” penghitung yang disebut *TRL Calculator*. Alat ini merupakan piranti lunak untuk menerapkan konsep tingkat kesiapan teknologi yang dikembangkan NASA dalam program-program pembangunan teknologinya. Pada *TRL Calculator* ini terdapat sejumlah pertanyaan standar untuk setiap tingkatan. Tetapi perlu diingat bahwa pada penggunaan untuk teknologi tertentu, diperlukan customization terhadap kumpulan pertanyaan standar pada setiap tingkat, sehingga sesuai dan relevan dengan teknologi tersebut. *TRL Calculator* juga memungkinkan pengukuran ketiga “jenis” teknologi, baik berupa perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan keduanya. Metode pengukuran tingkat kesiapan teknologi dengan *TRL Calculator* mencoba mengukur kesiapan teknologi dalam “multi dimensi” (walaupun diakui tetap masih mengabaikan banyak dimensi penting lain menyangkut kematangan teknologi). Alat ini kemudian dikembangkan dan sejauh mungkin disesuaikan dengan kondisi Indonesia kemudian dimodifikasi menjadi Tekno-Meter.

Diawali pada tahun 2005, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) melalui kegiatan Pengkajian Sistem Difusi dan Pemanfaatan Teknologi telah melakukan Kajian Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi dan telah dihasilkan “Panduan Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi”. Panduan masih menggunakan alat ukur *TRL Calculator*. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa pengukuran tingkat kesiapan teknologi berpeluang besar sebagai dasar pengambilan keputusan untuk pengembangan riset. Setahun kemudian bekerjasama dengan Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (RISTEKDIKTI), dilakukan kegiatan kajian bersama untuk menyusun Panduan Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi dan telah dihasilkan “TRL Meter BPPT-Ristek v-1.0.xls” beserta perangkat lunak (*software*) worksheet Microsoft Excel. Tekno-Meter digunakan membantu KRT

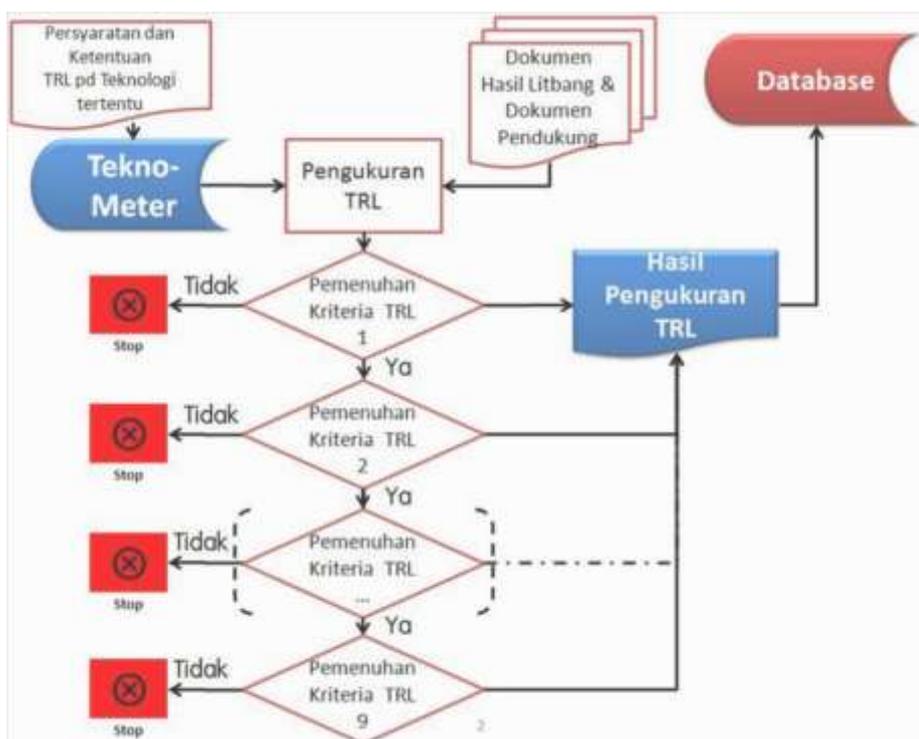
untuk mengevaluasi keberhasilan program Riset Unggulan Kemitraan (RUK). Hasil pengukurannya sesuai dengan hasil evaluasi yang dilakukan oleh RISTEKDIKTI . Selanjutnya pada tahun berikutnya Tekno-Meter digunakan untuk mengukur tingkat kesiapan teknologi hasil kegiatan BPPT guna menyusun Direktori Teknologi yang salah satu unturnya menggambarkan peta tingkat kesiapan teknologi. Informasi mengenai tingkat kesiapan teknologi dapat dimanfaatkan untuk menjaring kemitraan dalam rangka pemasaran hasil riset BPPT. Pada tahun 2010, Tekno Meter digunakan untuk mengukur tingkat kesiapan teknologi 54 hasil riset BPPT dalam 11 bidang teknologi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa 50 % hasil riset BPPT telah berada pada level di atas 6. Kesimpulan ini membantu pengelola program riset untuk mengambil keputusan langkah berikut, apakah berupa kolaborasi untuk melanjutkan riset atau masuk ke komersialisasi. Pada tahun 2011, Tekno-Meter digunakan untuk mengukur tingkat kesiapan teknologi beberapa hasil riset Lembaga Pemerintah Non Kementerian (LPNK) dibawah koordinasi RISTEKDIKTI.

Berdasarkan dokumen teknologi atau hasil litbangyasa dan data pendukungnya, TKT diukur dengan cara memberikan tanda terpenuhi atau tidak terpenuhinya *checklist* persyaratan dan ketentuan setiap tingkatan TKT yang telah disepakati atau menjadi konsensus sebelumnya. Pengukuran dimulai dengan memberikan tanda pada *checklist* persyaratan dan ketentuan dari TKT yang paling rendah (TKT 1).

- Bila semua persyaratan dan ketentuan untuk TKT 1 terpenuhi (batasan 'terpenuhi' termasuk yang harus disepakati atau menjadi konsensus dan nilainya biasanya berkisar antara 75 sampai 100%) dilanjutkan dengan *checklist* persyaratan dan ketentuan untuk TKT 2 dan seterusnya ke tingkat TKT yang lebih tinggi.
- Tingkat TKT paling tinggi yang dipenuhi persyaratan dan ketentuannya, menunjukkan tingkat pencapaian TKT untuk teknologi yang diukur. Ukuran ini memberikan gambaran sesaat (*snap shot*) tentang status kematangan teknologi pada waktu tertentu. Bila pengukuran TKT dilakukan secara berulang pada periode waktu tertentu, hasil TKT dapat digunakan untuk mengevaluasi proses historis dari apa yang telah

dilakukan dalam suatu program teknologi dan pencapaian kesiapan/kematangan teknologinya.

- Hasil pengukuran TKT dapat menjadi informasi dan data untuk mendukung proses pengambilan keputusan tentang pemanfaatan dan investasi teknologi atau penyusunan program prioritas teknologi.
- Pengukuran TKT dari beberapa teknologi dapat memberikan informasi tentang teknologi yang dihasilkan beserta tingkat kesiapannya. Hasil ini dapat digunakan untuk mendukung usulan prioritas program, seleksi, dan alokasi anggaran kegiatan litbangyasa. Aliran proses pengukuran TKT dapat dilihat pada Gambar 2.29.



Gambar 2.29 Alur Proses Pengukuran TKT (BPPT,2012)

b. Metode Teknometrik

Berbeda dengan teknometer, teknometrik digunakan untuk mengukur tingkat kecanggihan atau tingkat kemutakhiran teknologi suatu badan usaha. Teknometrik adalah metode untuk mengukur kontribusi gabungan dari keempat komponen teknologi dalam suatu proses transformasi *input* menjadi *output*.

Kontribusi gabungan ini disebut dengan koefisien kontribusi teknologi atau *Technology contribution coefficient* (TCC).

Menurut *United Economic and Social for Asia and Pacific* (UNESCAP) dalam *Teknologi Atlas Project*, teknologi dapat dipandang dalam konteks produksi sebagai kombinasi dari empat komponen dasar yang berintegrasi secara dinamis dalam suatu proses transformasi. Keempat komponen dasar tersebut adalah fasilitas rekayasa (*facilities*), kemampuan insani (*abilities*), informasi (*fact*), dan organisasi (*frame works*).

Dalam suatu proses transformasi, keempat komponen teknologi diperlukan secara simultan. Tidak ada proses transformasi yang dapat dilakukan tanpa salah satu dari komponen tersebut. Keempat komponen dasar tersebut akan dijelaskan berikut ini:

- a. Fasilitas rekayasa yang disebut *technoware*, merupakan *object-embodied technology*. Fasilitas rekayasa mencakup peralatan (*tools*), perlengkapan (*equipments*), mesin-mesin (*machine*), alat pengangkutan (*whicles*), dan instruksi fisik (*physycal infrastructure*).
- b. Kemampuan insani, yang disebut *humanware*, merupakan *person-embodied technology*. Kemampuan insani ini mencakup pengetahuan (*knowledge*), keterampilan (*skill*), kebijakan (*wisdom*), kreatifitas (*creativity*), dan pengalaman (*experience*).
- c. Informasi yang disebut *infoware*, merupakan *document-embodied technology*. Informasi berkaitan dengan proses (*proceses*), prosedur (*procedures*), teknik (*techniques*), metode (*methods*), teori (*theory*), spesifikasi (*specifications*), pengamatan (*observation*), dan keterkaitan (*relationship*).
- d. Organisasi, yang disebut *orgaware*, merupakan *institution-embodied technology*. Organisasi mencakup praktik-praktik manajemen (*managements practises*), *linkages*, dan pengaturan organisasional (*organizational arrangements*).

Keempat komponen teknologi tersebut berkaitan satu sama lainnya. Keterkaitan keempat komponen teknologi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Technoware* merupakan inti dari sistem transformasi. *Technoware* dibangun, disiapkan, dan dioperasikan oleh *humanware*.
- b. *Humanware* merupakan elemen kunci dari suatu operasi transformasi. *Humanware* merupakan *infoware* dalam menjalankan operasi transformasi.
- c. *Infoware* juga digunakan oleh *humanware* dalam melakukan pembuatan keputusan dan dalam mengoperasikan *technoware*.
- d. *Orgaware* mengarahkan dan mengendalikan *infoware*, *humanware* dan *technoware* dalam menjalankan operasi transformasi.

Dalam suatu kegiatan transformasi, masing-masing komponen teknologi tersebut mempunyai tingkat sofistikasi. Suatu variasi tingkat sofistikasi, dalam masing-masing komponen teknologi, dapat terjadi karena empat hal berikut:

- a. Kompleksitas operasi yang meningkat menyebabkan kebutuhan untuk mengembangkan dan menggunakan *technoware* dengan tingkat sofistikasi yang lebih tinggi. Lihat Tabel 1 pada Lampiran 2.
- b. Kebutuhan atas keterampilan akan meningkat untuk membangun, memperbaiki, memasang, dan mengoperasikan *technoware* dengan tingkat sofistikasi yang bervariasi, juga membutuhkan *humanware* dengan sofistikasi yang berbeda. Lihat Tabel 2 pada Lampiran 2.
- c. Karena tingkat sofistikasi *technoware* dan *humanware* meningkat, sofistikasi *infoware* yang dibutuhkan sebagai acuan juga meningkat. Tabel 3 pada Lampiran 2 menunjukkan suatu klasifikasi tingkat sofistikasi *infoware*.
- d. Karena adanya peningkatan jumlah dan ruang lingkup operasi dalam kegiatan transformasi, maka fungsi-fungsi manajemen juga akan semakin kompleks. Hal ini menyebabkan tingkat sofistikasi yang dibutuhkan dalam *orgaware* untuk mengintegrasikan *technoware*, *humanware*, dan *infoware* akan semakin tinggi. Suatu kemungkinan klasifikasi tingkat sofistikasi *orgaware* ditunjukkan dalam Tabel 4 pada Lampiran 2.

Penentuan status suatu komponen teknologi untuk suatu bagian fasilitas transformasi, yang bersesuaian dengan penilaian kecanggihan, membutuhkan

pengetahuan yang mendalam mengenai teknik dan spesifikasi perormansi yang berkaitan. Kriteria umum yang dapat digunakan sebagai acuan pemilihan pengukuran yang spesifik, perlu ditetapkan untuk melakukan penilaian kecanggihan dari keempat komponen teknologi dari suatu fasilitas transformasi, yang dapat dilihat dari Tabel 1 pada Lampiran 3. Pada Tabel 2 pada Lampiran 3 dijelaskan kriteria umum sebagai acuan pemilihan pengukuran yang spesifik untuk humanware.

Keempat komponen teknologi tersebut saling komplementer satu dengan lain. *Technoware* merupakan inti dari system transformasi. *Technoware* baru akan berfungsi atau produktif jika dikembangkan, diinstalasi, dioperasikan, dan diperbaiki oleh *humanware* berdasarkan *inforware* yang telah dikumpulkan dari waktu ke waktu serta kerangka yang telah ditetapkan dalam *orgaware*. Komplementer atau keterkaitan keempat komponen teknologi diatas tergantung pada tingkat kecanggihan setiap komponen. Pendekatan *Technology Atlas Project Method* bertujuan untuk mengukur kontribusi gabungan dari keempat komponen teknologi dalam suatu proses transformasi input menjadi output. Kontribusi gabungan ini bisa pula disebut sebagai kontribusi teknologi. Koefisien Kontribusi Teknologi atau *Technology Contribution Coefficient (TCC)* di formulasikan sebagai fungsi multiplikatif berikut :

$$TCC = T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

T, H, I, O = kontribusi *Technoware*, *Humanware*, *Inforware*, *Orgaware*.

$\beta_t, \beta_h, \beta_i, \beta_o$ = intensitas kontribusi T, H, I, O terhadap TCC

Dari keseluruhan di atas, dapat disimpulkan bahwa Analisis Kandungan Teknologi sangat membantu dalam dua hal :

1. Sebagai alat pendukung pengambilan keputusan.

Dari sudut pandang pengguna teknologi, analisis kandungan teknologi berguna dalam lima hal berikut :

- a. Dapat digunakan untuk membuat perbandingan-perbandingan antar organisasi mengenai hal-hal tertentu berdasarkan perspektif teknologi, bukan aspek finansial.
 - b. Penilaian *state-of-the-art* terhadap empat komponen teknologi pada level organisasi dapat digunakan untuk mengkaji kapabilitas suatu teknologi. Sebagai contoh, penilaian terhadap item *i* dari *technoware* (ST_i) dapat diinterpretasikan sebagai ukuran kapabilitas teknis dari *technoware* tersebut, sedangkan penilaian terhadap kemampuan personil yang termasuk dalam kategori *j* (SH_j) mengindikasikan sejauhmana kapabilitas atau kinerja dari *humanware* itu. Begitu pula untuk *infoware* dan *orgaware*.
 - c. Jika transformasi input-output yang dilakukan oleh dua organisasi (misalnya dua sekolah) dinilai dengan menggunakan model *Technology Atlas Project Method*, maka berdasarkan perbedaan nilai kontribusi setiap komponen teknologi masing-masing sekolah akan dapat dilihat bahwa sebuah sekolah lebih baik dibandingkan sekolah lain. Perbandingan ini dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan terhadap komponen yang ketinggalan.
 - d. Intensitas kontribusi komponen teknologi (β) bisa digunakan untuk menyusun prioritas dalam upaya-upaya peningkatan kapabilitas teknologi. Apabila sumberdaya-sumberdaya yang ada dialokasikan kepada komponen yang nilai β -nya paling tinggi, maka akan menaikkan TCC yang lebih tinggi pula, dan pada gilirannya akan meningkatkan kapabilitas teknologi.
 - e. Nilai TCC dapat digunakan untuk mengkaji kandungan teknologi dan sebuah proses transformasi dalam suatu *region* atau organisasi.
2. Sebagai alat untuk memformulasikan kebijaksanaan dan perencanaan pengembangan.

Manfaat ini dapat diterapkan pada level perusahaan, level industri, level sektoral, level wilayah, maupun level pendidikan. Jika teknologi sudah disepakati sebagai kunci pembangunan, maka pengukuran basis teknologi secara eksplisit dapat dilakukan. Analisis TCC dapat menjadi

supplement bagi analisis nilai tambah konvensional dan dapat menyediakan informasi untuk perencana dan pengambil keputusan. Semakin tinggi nilai kandungan teknologi, semakin kompetitif suatu produk di pasar internasional. Dari sisi ini, tidak hanya perbandingan TCC yang dipentingkan, tapi juga identifikasi kesenjangan serta usaha-usaha untuk memperbaiki status teknologinya. Secara singkat, langkah-langkah penentuan TCC diatas sebagai berikut :

- a. Estimasi Tingkat Kecanggihan (*degree of sophisticated*). Tingkat kecanggihan komponen teknologi ditentukan dengan memberikan skor skala sembilan, tepatnya berkisar 1 – 9. Hasil estimasi ini akan memberikan batas atas (*upper limit, UL*) dan batas bawah (*lower limit, LL*) setiap komponen teknologi. Pada tabel 2.2 berikut ini akan ditunjukkan contoh estimasi tingkat kecanggihan beserta skornya:

Tabel 2.2 Tingkat kecanggihan komponen teknologi beserta skornya

<i>Technoware</i>	<i>Humanware</i>	<i>Infoware</i>	<i>Orgaware</i>	Skor
Peralatan produksi manual	Menjalankan peralatan produksi	Informasi yang memberikan pemahaman umum Dalam menggunakan peralatan produksi	Perusahaan kecil yang dipimpin sendiri, modal kecil, tenaga kerja sedikit, dan pangsa pasar kecil	1 2 3
Peralatan produksi mekanik/ elektrik	Memasang/ merangkai peralatan produksi	Informasi yang memberikan pemahaman mendasar/teknis dalam menggunakan dan memperagakan peralatan produksi	Perusahaan kecil yang telah mampu meningkatkan kemampuan dan menjalin kerjasama sebagai sub-kontraktor dari perusahaan besar	2 3 4
Peralatan produksi untuk penggunaan umum	Memelihara/ merawat peralatan produksi	Informasi yang memungkinkan untuk menyeleksi peralatan produksi	Telah memiliki jaringan kerjasama (<i>channel/network</i>) dengan perusahaan lain dalam memasarkan produk	3 4 5
Peralatan produksi untuk penggunaan khusus	Mengelola peralatan produksi	Informasi yang memungkinkan penggunaan peralatan produksi secara efektif	Telah mempunyai jaringan kerjasama dengan perusahaan lain serta mampu mengidentifikasi	4 5 6

			produk dan pasar baru melalui jaringan yang telah dibangun tersebut	
Peralatan produksi otomatis	Mengadaptasi / memodifikasi peralatan produksi	Informasi tentang mendesain dan mengoperasikan peralatan produksi	Perusahaan telah mampu bersaing melalui peningkatan pangsa pasar dan kualitas produk secara berkelanjutan	5 6 7
Peralatan produksi komputerisasi	Memperbaiki peralatan produksi yang rusak	Informasi yang memungkinkan terjadinya perbaikan peralatan produksi	Perusahaan telah mampu dengan cepat dan stabil membangun kesuksesan melalui perluasan pasar baru dan senantiasa mengantisipasi perkembangan internal dan eksternal lingkungan usaha	6 7 8
Peralatan produksi terintegrasi	Melakukan inovasi peralatan produksi	Informasi yang bisa memberikan penilaian terhadap peralatan produksi untuk tujuantujuan yang spesifik	Perusahaan mampu menjadi pemimpin terkemuka (<i>a leader</i>) dalam spesialisasi usaha atau produk tertentu	7 8 9

(Sumber : UN-ESCAP, 1989)

- b. Penilaian terhadap tingkat kemutakhiran yang dicapai atau *state-of-the-art* komponen teknologi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Posisi setiap komponen di antara batas bawah dan batas atas bergantung pada kriteria *state-of-the-art*. Pembobotan pada *state-of-the-art* ini antara 0–1 yang bertujuan untuk menormalisasi penilaian dan sekaligus mengimplikasikan bahwa kriteria yang digunakan mempunyai bobot yang sama.
- c. Kontribusi setiap Komponen Teknologi (*componen contribution*). Berdasarkan batas-batas tingkat kecanggihan dan *state-of-the-art rating* di atas, kontribusi setiap komponen teknologi dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$T_i = 1/9 + (LT_i + ST_i (UT_i - LT_i)) \dots\dots\dots(2.2)$$

- d. Intensitas Kontribusi Komponen. Intensitas kontribusi setiap komponen diestimasi dengan menggunakan pendekatan *pairwise comparison matrix*.

- e. Koefisien Kontribusi Teknologi atau *Technology Contribution Coefficient* (TCC). Setelah nilai T, H, I, O serta nilai β untuk keempat komponen telah diperoleh, maka TCC dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Oleh karena nilai $0 < T, H, I, O < 1$ dan $\beta_t + \beta_h + \beta_i + \beta_o = 1$ (setelah dinormalisasi), maka nilai maksimum TCC adalah sama dengan satu. Adapun skala penilaian TCC dan tingkat koefisien kontribusi teknologi dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Skala Penilaian TCC

Harga TCC	Tingkat Nilai
0,1	Sangat buruk
0,3	Buruk
0,5	Sedang
0,7	Baik
0,9	Sangat baik
1,0	Mencapai <i>state-of-the-art</i>

(Sumber : UN-ESCAP, 1989)

2.7. Profil PT. PAL Indonesia (Persero)

PT. PAL Indonesia merupakan salah satu perusahaan manufaktur terbesar di Indonesia yang bergerak di bidang industri berat dengan spesialisasi pembuatan kapal sebagai produk utama. Berdasarkan penelitian Arif (2014), PT. PAL Indonesia memiliki produktivitas 27,49 JO/CGT. Nilai produktivitas tersebut dapat dikategorikan baik dengan mempertimbangkan produk jenis kapal, kapasitas produksi galangan kapal, dan dibandingkan dengan galangan kapal lain. Sebagai salah satu galangan terbesar di Asia Tenggara, PT. PAL Indonesia berusaha untuk memperoleh andil yang besar dalam pengembangan usaha di sektor kelautan.

Dalam usahanya tersebut, saat ini PT. PAL Indonesia mengambil beberapa kebijakan yang ditujukan agar tetap dapat bertahan, melakukan pengembangan usaha, dan kompetisi dalam industri maritim dan perkapalan. Untuk memperoleh tujuan tersebut, perusahaan berusaha mendapat pengakuan dari badan standarisasi

internasional, dan melakukan pengawasan ketat terhadap proses produksi, terutama *safety* (keselamatan kerja).

Atas kompetensinya perusahaan ini telah memenuhi berbagai macam sertifikasi standart internasional dan diantaranya,

- Standart tentang Mutu (ISO 9001)
- Standart keselamatan kerja (ISO 14001)
- Standart tentang Polusi dan lingkungan (ISO 18001)

Dari berbagai sertifikasi standart yang telah tercapai diatas maka PT. PAL Indonesia termasuk salah satu perusahaan berstandart internasional (World Class Company). Selain mendapat predikat internasional, PT PAL juga telah memenuhi standart Keselamatan Kerja oleh Departemen Tenaga Kerja RI yakni kurang lebih 90 % dari unsur standart yang harus dipenuhi.

a. Sejarah PT. PAL Indonesia

Ide untuk membangun industri perkapalan di Indonesia dimulai oleh Gubernur Jendral V.D. Capellen pada tahun 1822 dengan tujuan menunjang armada laut kerajaan Belanda di wilayah Asia. Pada tahun itu juga dibentuk suatu komisi guna mengadakan penyelidikan mengenai tempat dan sarana untuk keperluan pendirian industri perkapalan tersebut dan akhirnya menetapkan Ujung (Surabaya) sebagai daerah yang memenuhi syarat untuk tempat mendirikan sebuah industri perkapalan.

Pada tahun 1849 sarana perbaikan dan pemeliharaan kapal mulai terwujud di daerah Ujung yang dikembangkan dengan tambahan berbagai sarana baru sesuai dengan kemajuan teknologi pada masa itu. Sarana tersebut diresmikan menjadi milik pemerintah Belanda dengan nama *Marine Establishment* (ME) pada tahun 1939. Pada waktu Jepang berkuasa di Indonesia, peranan ME tidaklah berubah yakni sebagai sarana perbaikan dan pemeliharaan kapal Angkatan Laut Jepang di bawah pengawasan *Kaigunse 21-24 Butai*.

Di jaman perang kemerdekaan ME kembali dikuasai oleh tentara pendudukan Belanda, dan baru pada tanggal 27 Desember 1949 diserahkan kepada Pemerintah Indonesia dan diberi nama Penataran Angkatan Laut (PAL). Tugas dan peranan PAL tetap, yaitu mendukung perbaikan dan pemeliharaan serta

menjadi Pangkalan Angkatan Laut RI. PAL terus berperan dan berkembang menurut irama perkembangan teknologi dan mengalami perubahan pengelolaan seiring dengan perubahan politik pemerintah pada saat itu.

Terhitung mulai April 1960, ditetapkan “Peraturan tentang keorganisasian PAL” berdasarkan SK Menteri Keamanan Nasional No.MP/A/00380/60. Dengan keputusan Presiden RI No.370/1961 tanggal 1 Juli 1961, PAL dilebur ke dalam Departemen Angkatan Laut dan selanjutnya dipergunakan untuk kepentingan Angkatan Laut Republik Indonesia.

Segala sesuatu yang berkaitan dengan peleburan PAL dan penyerahannya diatur lebih lanjut oleh Menteri Keamanan Nasional pada waktu itu. Realisasi tersebut berdasarkan SK Menteri Koordinator Departemen Pertahanan & Keamanan/Kepala Staf Angkatan Bersenjata No.M/242/64, tanggal 1 Januari 1964 yang menentukan antara lain : Bahwa Penguasaan atas PAL beserta segala kekayaannya diserahkan dari Menteri Nasional Menko Hankam/KSAB kepada Menteri Angkatan Laut/Panglima AL. Serta bahwa sejak tanggal 1 Januari 1964 status PAL tidak lagi perusahaan negara.

Seiring dengan perkembangannya perusahaan tersebut kemudian diubah menjadi bentuk Komando dengan nama Komando Penataran Angkatan Laut (KONATAL) pada tahun 1970, lalu diperkuat dengan SK.MENHANKAM No.SKEP/A/39/VII/1971 tentang pokok-pokok Organisasi dan Prosedur Angkatan Laut. Setelah itu dengan PP No. 14 th. 1978, KONATAL dijadikan badan hukum yang berbentuk Perusahaan Umum dengan nama “Perum Dok dan Galangan Kapal”. Kemudian dengan PP. No.4 th.1980 dan Akte Pendirian No.12 tanggal 15 April 1980 status Perum diubah menjadi PT dengan nama PT. PAL Indonesia (PERSERO).

b. Visi dan Misi Perusahaan

Visi PT. PAL Indonesia adalah : Menjadi Perusahaan Galangan Kapal dan Rekayasa Berkelas Dunia, Terpercaya, dan Bernilai Tambah Bagi Para Pemangku Kepentingan.

Sedangkan, Misi PT. PAL Indonesia yaitu :

- Meningkatkan kepuasan pelanggan dengan mutu produk berstandar Internasional dan penyerahan produk tepat waktu, serta meningkatkan pengelolaan perusahaan yang akuntabel dan transparan.
- Meningkatkan peran dalam mendukung program pertahanan dan keamanan nasional melalui penguasaan teknologi dan rancang bangun.
- Memberikan kemampu-labaan dan kesejahteraan secara berkesinambungan bagi para pemegang saham, karyawan, pelanggan, mitra usaha, dan pengembangan usaha kecil.

c. Tugas-Tugas Pokok Perusahaan

Adapun tugas-tugas pokok dari PT. PAL Indonesia pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pusat produksi, perbaikan dan pemeliharaan industri perkapalan yang menunjang pertahanan dan keamanan Nasional.
2. Sebagai pusat industri yang menunjang industri kelautan Nasional.
3. Sebagai pusat penelitian dan pengembangan industri kelautan Nasional.

d. Bidang Usaha Perusahaan

Adapun kegiatan-kegiatan atau bidang usaha yang dilakukan PT. PAL INDONESIA (Persero) adalah sebagai berikut :

1. Merancang bangun (design), membangun (manufacturing), merakit (assembly), memperbaiki (repairing), serta pemeliharaan (maintenance) kapal-kapal niaga maupun kapal-kapal perang.
2. Melaksanakan pekerjaan konsultasi dan rancang bangun industri kapal.
3. Menyelenggarakan kegiatan non kapal yaitu membuat dan merakit alat-alat industri seperti mesin Diesel, Turbin, Heat Exchanger dan lain-lainnya.

Untuk kegiatan non kapal (rekayasa umum) PT. PAL INDONESIA (Persero) memproduksi :

1. Industri energi seperti Turbin Uap, Boiler, Mesin Diesel.

2. Listrik konstruksi baja seperti Oil Rings, jembatan, Crane.
3. Industri komponen kapal seperti Gear Box, Hidrolik, Propeller.

e. Struktur Organisasi PT. PAL Indonesia (Persero)

Struktur organisasi PT. PAL Indonesia (Persero) seperti pada lampiran terdiri dari 5 (lima) Direksi dan 14 (empat belas) Kepala Divisi. Adapun pembagian divisi beserta bagan struktur Organisasi PT. PAL INDONESIA dapat dilihat pada Lampiran 1.c.

Adapun penjelasan dari tugas masing-masing Divisi yang berkaitan langsung dengan proses produksi dan pelaksanaan teknologi modular di PT PAL Indonesia dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. DIVISI PENGADAAN DAN PERGUDANGAN

- Merencanakan kebutuhan Material baik untuk mendukung proyek maupun operasional.
- Mengkoordinir pelaksanaan pengadaan material sesuai kebutuhan material.
- Mengkoordinir pengelolaan material pada lokasi penyimpanan.
- Membuat perencanaan kebutuhan dana untuk menunjang kebutuhan material.
- Mengelola sistem informasi material untuk menunjang unit kerja lain.

2. DIVISI TEKNOLOGI

- Merencanakan dan mengembangkan system informasi untuk menunjang kegiatan yang berhubungan dengan rancang bangun dan penelitian.
- Melaksanakan strategi dibidang teknologi, penelitian dan pengembangan maupun bidang-bidang lainnya sesuai dengan pengarahan dan ketentuan direksi.
- Melaksanakan kegiatan *integrated logistic support* untuk kapal-kapal yang diproduksi.

3. DIVISI DESAIN

- Melaksanakan perencanaan desain dan engineering untuk proyek-proyek yang sedang diproduksi.
- Melaksanakan penelitian dan pengembangan dibidang rancang bangun dan proses produksi.

4. DIVISI KAPAL NIAGA

- Melaksanakan perencanaan pembangunan kapal-kapal niaga sesuai kebijakan Direktur Pembangunan Kapal.
- Melaksanakan pemasaran dan penjualan untuk produk dan jasa bagi fasilitas *idle capacity*.
- Merinci IPP (Instruksi Pelaksanaan Proyek) yang telah dibuat oleh Direktorat Pembangunan Kapal menjadi jadwal pelaksanaan proyek dan nilai biaya proyek yang terperinci.
- Melaksanakan pembangunan proyek-proyek kapal secara efektif dan efisien, sesuai aspek QCD.
- Mengendalikan dan mengawasi pelaksanaan pembangunan proyek-proyek agar mendapatkan hasil pekerjaan yang memenuhi standar kualitas dengan menggunakan biaya, tenaga, material, peralatan keselamatan kerja dan waktu seefektif mungkin.

5. DIVISI PEMBINAAN ORGANISASI DAN SDM

- Merencanakan dan mengevaluasi organisasi sesuai dengan perkembangan bisnis perusahaan.
- Merencanakan kebutuhan SDM baik jangka pendek maupun jangka panjang beserta pengembangannya.
- Melaksanakan proses administrasi mutasi promosi dan rotasi dalam rangka peningkatan kompetensi diri sendiri dan penyegaran penugasan.
- Merencanakan, mengelola dan mengembangkan sistem pelatihan baik dari dalam maupun dari luar perusahaan.
- Merencanakan dan mengembangkan system informasi untuk menunjang kegiatan yang berhubungan dengan pembinaan dan pengembangan SDM.

6. DIVISI QUALITY ASSURANCE

- Melaksanakan perencanaan pemeriksaan dan pengujian proyek-proyek yang sedang diproduksi.
- Melaksanakan pemeriksaan dan pengujian guna pengendalian dan jaminan mutu seluruh hasil produksi perusahaan.
- Mengkoordinir kegiatan purna jual hasil produksi perusahaan selama masa garansi.
- Menganalisa dan mengevaluasi hasil pencapaian mutu produksi perusahaan.
- Melaksanakan pengujian baik merusak maupun tidak merusak untuk material dan hasil proses produksi.

f. Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia

Divisi kapal niaga adalah salah satu dari enam belas divisi yang dimiliki oleh PT PAL Indonesia. Jenis pekerjaan yang dilakukan di dalam divisi ini adalah pembangunan kapal baru dan kapal yang dibangun adalah kapal – kapal niaga (kapal yang digunakan dalam perdagangan) diantaranya General Cargo, Bulk Carrier, Tanker, dll. Didalam divisi kapal niaga ini memiliki empat departemen yaitu,

- Departemen Fasilitas (*Supporting Department*)
- Departemen Bisnis dan Perencanaan (*Business & Planning Department*)
- Departemen Konstruksi Lambung (*Hull Construction Department*)
- Departemen Perlengkapan Kapal (*Outfitting Department*)

Dimana masing-masing departemen dibawah oleh manager yang dibantu oleh beberapa asisten untuk bidang-bidang tugas yang telah ditentukan.

Divisi Kapal Niaga dipimpin oleh seorang *General Manager* yang bertugas mengawasi, mengendalikan dan bertanggung jawab terhadap semua pekerjaan yang dilakukan dalam divisi ini. *General Manager* dibantu oleh beberapa *Manager* yang memimpin departemen yang merupakan tulang punggung dari pembangunan suatu kapal. Adapun departemen tersebut antara lain Departemen *Hull Construction*, Departemen *Outfitting*, Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi, dan Departemen *Support*.

Departemen *Hull Construction* dan *Outfitting* merupakan departemen operasional yang secara langsung menangani produksi berbagai elemen bangunan kapal. Lalu Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi menjadi bagian dari proses produksi dengan memberikan evaluasi dan perencanaan pembagian pekerjaan pada departemen operasional, dan untuk Departemen *Support / Pendukung* menangani semua infrastruktur dan perlengkapan yang dimiliki oleh Divisi Kapal Niaga, sehingga kesinambungan produksi dapat terjaga dengan baik.

Dengan semakin ketatnya persaingan dalam industri galangan kapal, Divisi Kapal Niaga berusaha semaksimal mungkin untuk memberikan pelayanan dan pengawasan terhadap kualitas produk yang dikeluarkan. Untuk memiliki daya saing yang baik, Divisi Kapal Niaga menerapkan konsep *Safety First* (Keselamatan Kerja) sebagai suatu hal yang mendapat perhatian utama. Hal ini menjadi salah satu pertimbangan utama, disebabkan oleh adanya kenyataan di lapangan, bahwa para *owner* kapal selalu mempertimbangkan kondisi lingkungan kerja pada galangan yang bersangkutan.

Dalam pemenuhan jadwal penyerahan ditengah padatnya jadwal produksi, divisi kapal niaga menerapkan metode *Side Launching* karena keterbatasan lahan. Dalam hal ini satu unit kapal, dibangun menjadi dua blok, satu blok diluncurkan secara *End Launching* dan satu blok lagi diluncurkan dengan metode *Side Launching*. Penyambungan kedua blok kapal tersebut dilakukan dalam *graving dock* yang berkapasitas 50.000 ton.

Keberadaan divisi kapal niaga atas nama PT. PAL Indonesia sebagai sentra industri maritim nasional telah memberikan kontribusi untuk pengembangan industri nasional lainnya. Sampai saat ini, Produk branding unggulan di divisi kapal Niaga adalah *STAR 50*. Dimana *STAR 50* merupakan kapal niaga yang mempunyai bobot mati 50.000 DWT. Untuk saat ini semua Pesanan kapal *STAR 50* ini berasal dari luar negeri. Dalam pengerjaannya target waktu yang dischedule PT PAL untuk penyelesaian satu kapal yakni selesai dalam 14 bulan.

Dalam menjalankan usahanya divisi kapal niaga membentuk lima departemen yang dipimpin oleh seorang *Manager / Kepala Departemen*. Struktur organisasi Divisi Kapal Niaga adalah secara lengkap akan dijelaskan berikut ini :

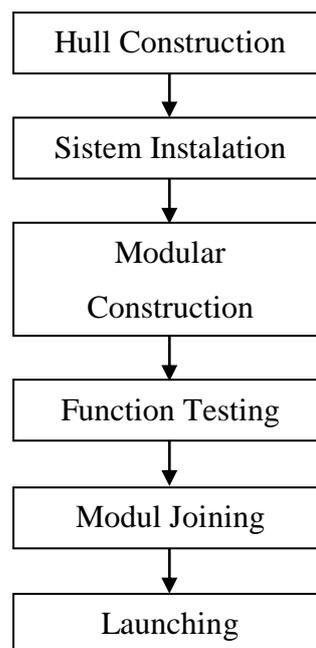
1. Departemen Bisnis & Perencanaan (*Business & Planning Department*)
Departemen ini bertanggung jawab atas kegiatan operasional yang mencakup kegiatan perencanaan, persiapan pelaksanaan, pengkoordinasian, pengendalian bidang bisnis dan seluruh kegiatan keuangan dalam lingkup Divisi Kapal Niaga.
2. Departemen Fasilitas (*Supporting Department*)
Departemen ini bertugas dalam perencanaan dan pengadaan material pendukung, pemeliharaan dan perbaikan infrastruktur dan fasilitas kerja, perencanaan *man power loading*, pengalokasian tenaga kerja, mengadakan pelatihan, memperhatikan kesehatan dan keamanan setiap pekerja dalam lingkungan pekerjaan.
3. Departemen Konstruksi Lambung (*Hull Construction Department*)
Departemen konstruksi lambung bertanggung jawab dalam pengerjaan konstruksi lambung untuk kapal baru. Setiap urutan proses konstruksi lambung dikerjakan dalam bengkel-bengkel yang dimiliki departemen ini. Pengerjaan konstruksi dimulai dari persiapan material dalam gudang penyimpanan yang kemudian ke bengkel fabrikasi melalui *Conveyor*. Selesai dari bengkel fabrikasi material siap dirangkai dalam bengkel *assembly* dan *sub assembly*. Selesai dari bengkel *sub assembly* material sudah menjadi blok-blok kapal. Blok-blok tersebut dicat untuk kemudian dilakukan proses *erection* pada *building berth*.
4. Departemen Perlengkapan Kapal (*Outfitting Department*)
Bertanggung jawab dalam perencanaan, persiapan, pengkoordinasian dan pengontrolan terhadap perlengkapan kapal dan instalasinya seperti pipa, plat, dan lain-lain. Departemen ini mempunyai 9 bengkel dan masing-masing bengkel dikepalai oleh seorang Kepala Bengkel (Kabeng).

2.8. Pembangunan Kapal dengan Sistem Modular di PT. PAL Indonesia

Proses produksi kapal di Indonesia yang menerapkan sistem modular adalah PKR (Perusak Kawal Rudal) milik TNI AL yang dibangun di Divisi Kapal

Perang PT. PAL Indonesia bekerja sama dengan *DAMEN Schelde Naval Shipbuilding*. Kapal tersebut dibangun dengan sistem yang dikembangkan oleh *DAMEN Schelde Naval Shipbuilding* itu sendiri, yaitu SIGMA atau *Ship Integrated Geometrical Modularity Approach*, seperti yang telah disinggung pada Bab sebelumnya.

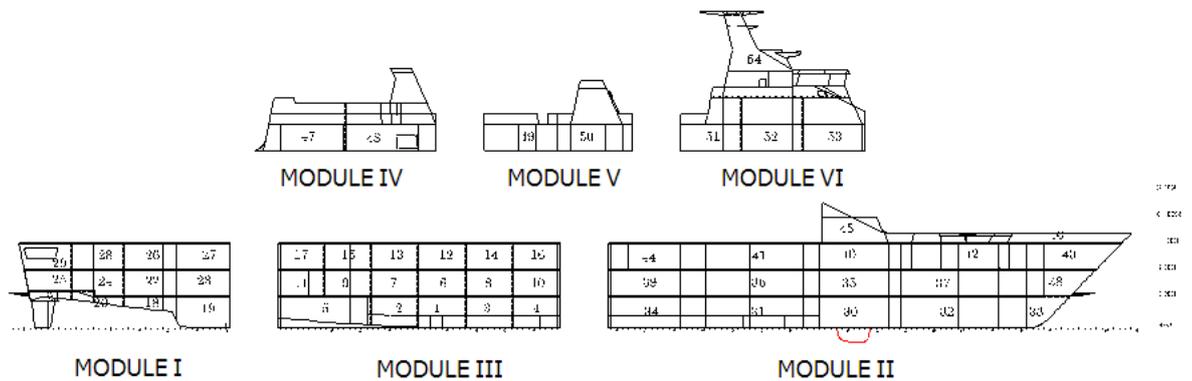
Secara umum pembangunan dengan sistem modular sama dengan metode PWBS lainnya, hanya saja yang membedakan pada awal tahap desain telah direncanakan pembagian modul dimana terdiri dari beberapa blok yang didalamnya juga sudah dirancang untuk terpasang sistem-sistem yang tergabung dalam satu *family* dan telah diuji sebelum penggabungan modul tersebut. Hal tersebut dapat diilustrasikan pada skema Gambar 2.30 berikut ini :



Gambar 2.30 Skema Tahap Pembangunan PKR di PT. PAL Indonesia

a. Block Division

Adapun pembagian blok pada proyek PKR ini seperti Gambar 2.31 :



Gambar 2.31 Pembagian Blok Proyek PKR (PT. PAL Indonesia, 2014)

Dari Gambar 2.31 dilihat bahwa terdapat 6 modul dimana tiap modul terdiri dari beberapa blok. Adapun bentuk kerjasama dengan *DAMEN Schelde Naval Shipbuilding*, adalah *transfer of technology* dimana PT. PAL Indonesia membangun modul I, II, dan III, sedangkan modul lain dibangun oleh *DAMEN Schelde Naval Shipbuilding*. Kemudian, proses *joint module* dilaksanakan di PT. PAL Indonesia.

b. Berat Modular

Adapun berat dari masing-masing modul adalah sebagai berikut :

- Modul I : 388 ton
- Modul II : 642 ton
- Modul III : 732 ton
- Modul IV : 69 ton
- Modul V : 159 ton
- Modul VI : 66 ton

Untuk mengakomodir perpindahan modul, proses *grand assembly* dari beberapa blok menjadi modul dilaksanakan di atas *cradle*.

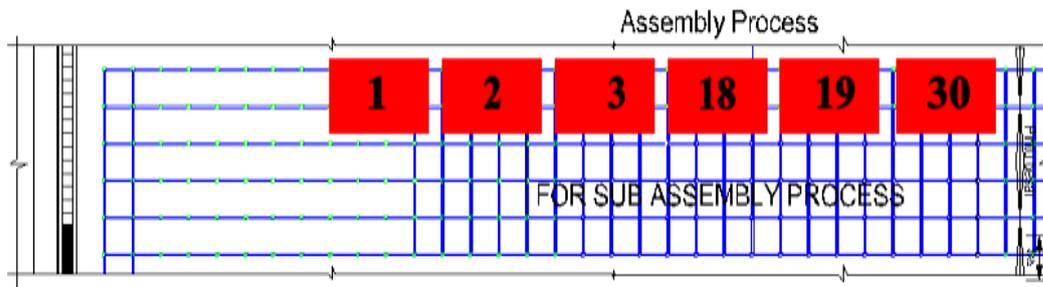
c. Proses Fabrikasi, Sub Assembly, Assembly, dan Grand Assembly

Pada proses fabrikasi, proses *blasting, marking, cutting, bending*, sama seperti proses fabrikasi pada umumnya, hanya saja kontrol kualitas untuk

pembangunan kapal perang dilakukan lebih ketat demi mencapai ketelitian dan presisi yang tepat. Proses ini dilakukan di *fabrication hall*. Setelah proses fabrikasi, proses *Sub Assembly*, *Assembly*, dan *Grand Assembly* dilakukan di *assembly hall*.

ACTIVITY DECEMBER 2011

ASSEMBLY HALL

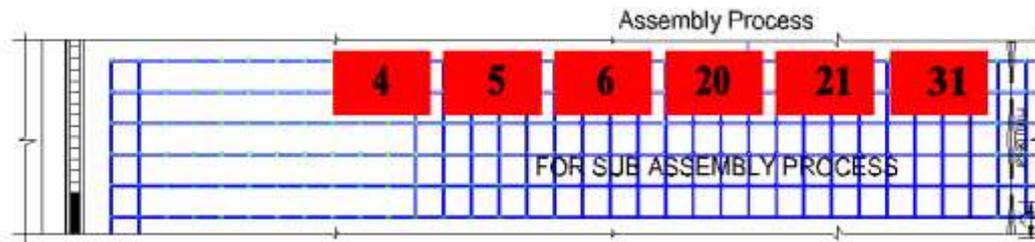


NOTE :

- MODULE 3 = ASSEMBLY BLOCK 1 ; 2 ; 3
- MODULE 1 = ASSEMBLY BLOCK 18 ; 19
- MODULE 2 = ASSEMBLY BLOCK 30

ACTIVITY JANUARY 2012

ASSEMBLY HALL

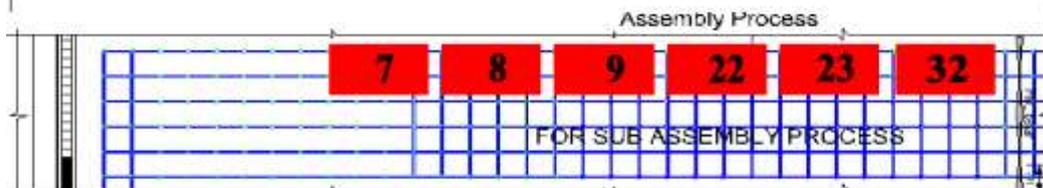


NOTE :

- MODULE 3 = ASSEMBLY BLOCK 4 ; 5 ; 6
- MODULE 1 = ASSEMBLY BLOCK 20 ; 21
- MODULE 2 = BLOCK 31

ACTIVITY FEBRUARY 2012

ASSEMBLY HALL

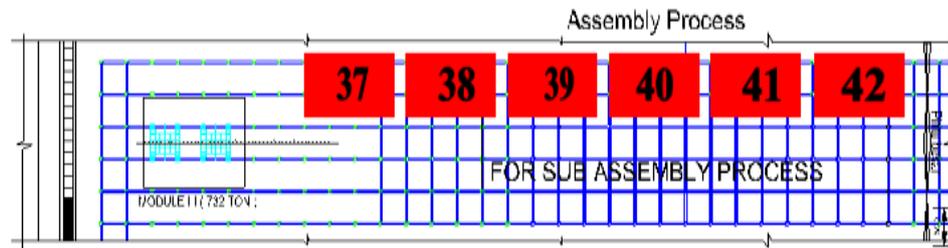


NOTE :

- MODULE 3 = ASSEMBLY BLOCK 7 ; 8 ; 9
- MODULE 1 = ASSEMBLY BLOCK 22 ; 23
- MODULE 2 = ASSEMBLY BLOCK 32

ACTIVITY JUNE 2012

ASSEMBLY HALL

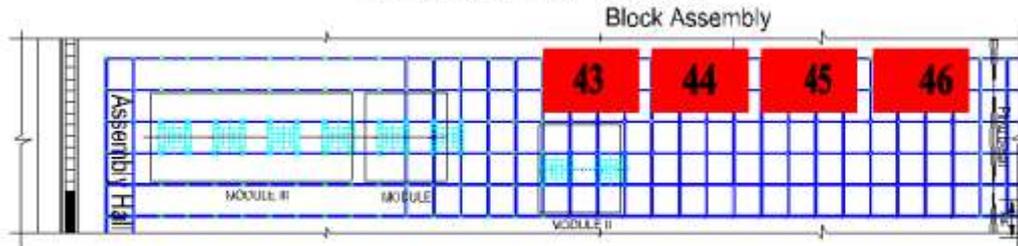


NOTE :

- MODULE 3 = START GRAND ASSEMBLY
- MODULE 2 = ASSEMBLY BLOCK 37 ; 38 ; 39 ; 40 ; 41 ; 42

ACTIVITY JULY 2012

ASSEMBLY HALL

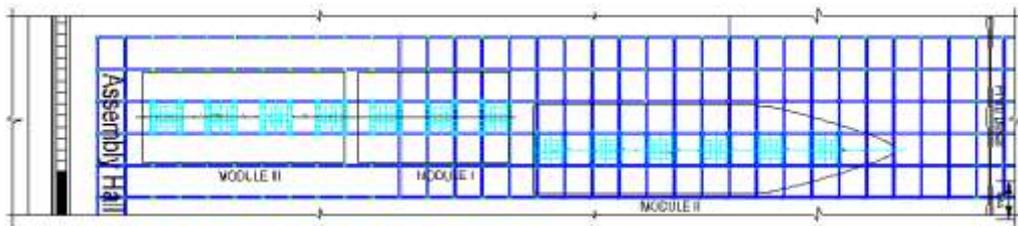


NOTE :

- MODULE 3 = LOADING MAIN ENGINE
- MODULE 1 = START GRAND ASSEMBLY
- MODULE 2 = ASSEMBLY BLOCK 43 ; 44 ; 45 ; 46 AND START GRAND ASSEMBLY

ACTIVITY AUG - OCT 2012

ASSEMBLY HALL



NOTE :

- MODULE 3 = GRAND ASSEMBLY PROCESS
- MODULE 1 = GRAND ASSEMBLY PROCESS
- MODULE 2 = GRAND ASSEMBLY PROCESS

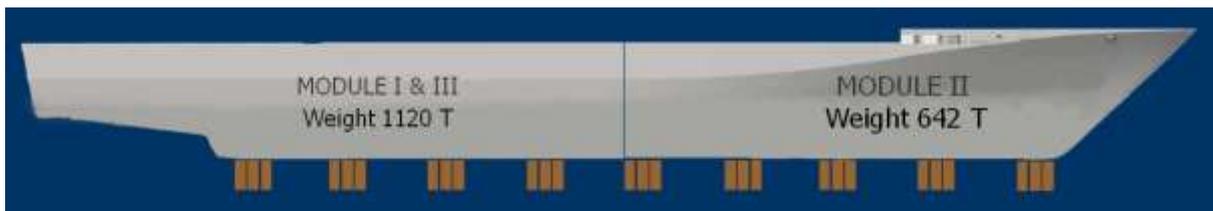
Gambar 2.32 Rencana tahapan proses *Sub Assembly*, *Assembly*, dan *Grand Assembly* pada *Assembly Hall*.

Pada gambar 2.32 merupakan gambaran tahapan proses *Sub Assembly*, *Assembly*, dan *Grand Assembly* yang dilakukan pada *assembly hall* dimana proses tersebut dimulai pada *six starting point*. *Sub Assembly* adalah proses perakitan dari *piece*

part menjadi sebuah panel atau *section*, *Assembly* adalah proses perakitan panel-panel menjadi sebuah blok, dan *Grand Assembly* adalah proses penggabungan blok-blok yang sudah jadi sebelumnya menjadi sebuah modul. Blok-blok hasil dari proses *assembly* diletakan pada *plan assembly hall* sebelum digabungkan menjadi sebuah modul pada proses *grand assembly*.

d. Proses Modul Joint / Erection

Setelah modul selesai dirakit, modul tersebut sudah harus dapat mengapung dan diuji pada beberapa aspek. Modul tersebut diluncurkan dengan menggunakan *shiplift* dan dibawa menuju *graving dock* untuk digabungkan. Penggabungan modul juga menggabungkan sistem-sistem yang ada pada modul agar saling terintegrasi dan saling melengkapi. Ilustrasi modul yang telah digabung dapat dilihat pada Gambar 2.33.



Gambar 2.33 Ilustrasi Modul I, II, dan III yang sudah digabungkan

e. Proses Outfitting

Fokus pada sistem modular ini terdapat pada proses *outfitting*, dimana menerapkan *advance outfitting*. Proses *outfitting* dibagi menjadi 4 tahapan yaitu, *on unit*, *on block*, *on modul*, dan *on board*. Tahapan yang berbeda dengan PWBS pada umumnya adalah *outfitting* pada tahap *on modul*, dimana pemasangan sistem-sistem peralatan yang sesuai dengan *family* produknya. Sebelum digabungkan, pada modul tersebut telah diuji coba fungsi secara independen dari sistem tersebut dengan menggunakan *power supply* dari galangan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alur Pikir Penelitian

Penelitian ini fokus pada pengukuran kesiapan teknologi galangan kapal untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan teknologi modular. Studi kasus dilakukan di PT. PAL Indonesia, di mana galangan ini sudah menerapkan metode PWBS pada proses produksinya dan galangan ini juga sudah menerapkan teknologi modular pada pembangunan 2 unit kapal PKR tahun 2014-2016. Pengukuran kesiapan teknologi dilakukan dengan metode teknometrik.

Untuk menjawab permasalahan dalam tesis ini, penelitian dilakukan dengan alur pikir seperti pada Gambar 3.1 di bawah ini dan akan diuraikan pada sub-bab berikutnya.

3.2. Tahapan Penelitian

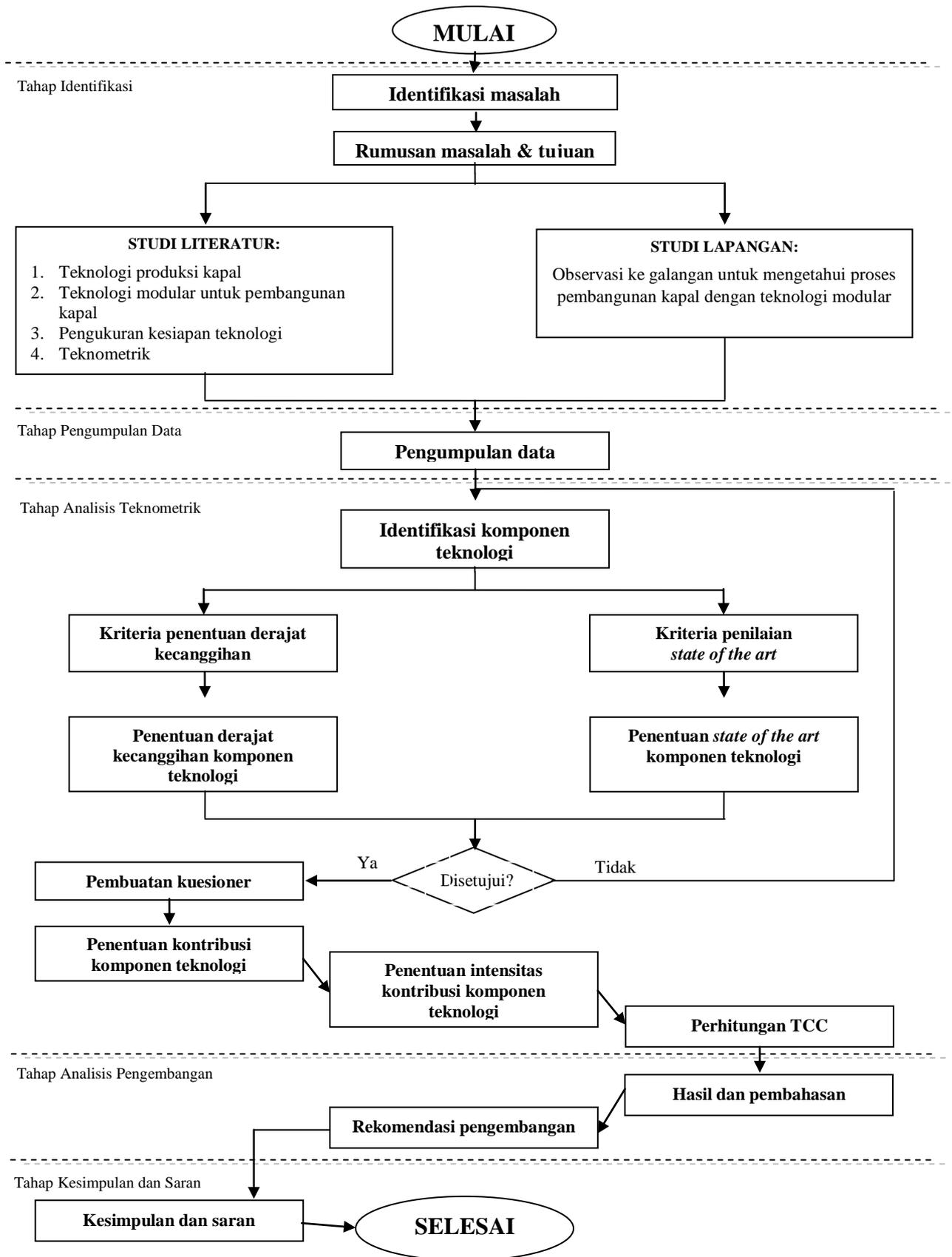
Selama pengerjaan tesis ini penulis membagi pengerjaan tugas ini dalam beberapa tahapan pengerjaan, yaitu sebagai berikut :

a. Tahap Identifikasi

Pada tahap ini dilaksanakan identifikasi masalah, pencarian sumber informasi (studi literatur dan studi lapangan). Selanjutnya yaitu mengkaji, mengevaluasi, mereview, dan mengidentifikasi aspek teknis pada pembangunan kapal dengan cara modular dari hasil studi literatur dan studi lapangan tersebut.

1) Identifikasi Masalah

Permasalahan utama yang akan dibahas disini adalah pengukuran kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia dengan menggunakan metode teknometrik untuk melakukan pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan teknologi modular.



Gambar 3.1 Diagram Alur Pikir Penulisan Tesis

2) Perumusan Masalah dan Tujuan

Dari informasi dan masalah yang teridentifikasi pada tahap sebelumnya, dibuat perumusan masalahnya dan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

3) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan terhadap berbagai referensi terkait topik penelitian. Studi literatur ini dimaksudkan untuk memahami konsep dan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya dan untuk mewujudkan tujuan yang dimaksudkan. Studi literatur ini termasuk mencari referensi atas teori-teori terkait atau hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Adapun referensi yang diperlukan adalah sebagai berikut ;

- Teknis pembangunan kapal berdasarkan *Product-oriented Work Breakdown Structure* (PWBS)
- Teknis pembangunan kapal secara modular,
- Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT),
- Metode pengukuran TKT dengan teknometer,
- Metode pengukuran kesiapan teknologi galangan kapal dengan metode teknometrik,

4) Studi Lapangan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah berdasarkan studi lapangan dengan cara melakukan observasi langsung yang dapat mendukung penelitian untuk mengetahui bagaimana proses pembangunan kapal secara modular yang dilakukan di galangan kapal.

b. Tahap Pengumpulan Data

Setelah dapat memahami konsep, penulis melakukan pengumpulan data tentang kondisi galangan terkini mengenai 4 komponen teknologi (*technoware, humanware, infoware, dan organware*) yang dapat mendukung penelitian dengan metode teknometrik. Dalam pengumpulan data ini, data yang diperlukan antara lain :

- Data teknis teknologi pembangunan kapal secara modular

- Data fasilitas galangan kapal
- Data informasi mengenai pembangunan kapal dengan teknologi modular.
- Kemampuan dan kualifikasi SDM,
- Struktur organisasi galangan kapal,
- Sistem manajemen galangan kapal.

c. Tahap Analisis Teknometrik

Untuk tahap analisis teknometrik akan dijelaskan pada sub-bab alur metode teknometrik.

d. Tahap Analisis Pengembangan

Setelah didapatkan nilai TCC, dilakukan analisis pengembangan galangan berdasarkan hasil penilaian teknometrik. Pengembangan galangan dapat dilakukan pada komponen *technoware*, *humanware*, *infoware*, ataupun *orgaware* tergantung dari hasil penilaian TCC komponen teknologi mana yang masih kurang dengan mempertimbangkan bobotnya.

Selain analisis pengembangan, dilakukan juga analisis tahap pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan teknologi modular yang sesuai dengan kondisi galangan dan sesuai juga dengan saran pengembangan sebelumnya.

e. Tahap Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengukuran kesiapan teknologi serta analisis pengembangan akan dapat ditarik kesimpulan mengenai keuntungan membangun kapal dengan cara modular terhadap keuntungan perusahaan ditinjau dari perencanaan fasilitas dan kebutuhan SDM untuk melakukan pembangunan tersebut. Kemudian juga diberikan saran-saran yang bisa digunakan untuk pihak galangan kapal sehingga dapat memperkirakan besar biaya yang dikeluarkan untuk proses pengembangan galangan kapal tersebut.

f. Lokasi Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan, penelitian ini akan dilakukan dengan melakukan studi kasus pada Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia sebagai galangan kapal di Indonesia dengan fasilitas dan teknologi produksi yang memungkinkan pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan teknologi modular. Galangan tersebut pernah menggunakan teknologi modular untuk pembangunan kapal Perusak Kawal Rudal (PKR) milik TNI-AL.

g. Hasil yang Diharapkan

Adapun hasil atau *output* dari penulisan tesis ini adalah dapat memberikan rekomendasi pengembangan untuk galangan kapal PT. PAL Indonesia untuk meningkatkan kesiapan teknologi modular serta perencanaan tahapan pembangunan (*building squences*) yang sesuai di PT. PAL Indonesia untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan teknologi modular.

3.3. Alur Metode Teknometrik

Seperti yang dijelaskan pada Bab 2 Kajian Pustaka sebelumnya mengenai metode teknometrik, setelah didapatkan data yang diperlukan, penulis melakukan pengolahan data dengan mengidentifikasi 4 aspek komponen teknologi pada metode teknometrik, antara lain :

- (1) *Technoware* (fasilitas rekayasa), merupakan teknologi yang melekat pada obyek, mencakup peralatan (*tool*), perlengkapan (*equipment*), mesin (*machines*), alat pengangkutan (*vehicles*), dan infrastruktur fisik (*physical infrastructure*);
- (2) *Humanware* (kemampuan manusia), merupakan teknologi yang melekat pada manusia, meliputi pengetahuan, ketrampilan, kebijakan, kreativitas, dan pengalaman;
- (3) *Infoware* (informasi), merupakan teknologi yang melekat pada dokumen, yang berkaitan dengan proses, prosedur, teknik, metode, teori, spesifikasi, pengamatan dan keterkaitan;

- (4) *Orgaware* (organisasi), merupakan teknologi yang melekat pada kelembagaan, yang mencakup praktik manajemen, *linkages* dan pengaturan organisasional yang diperlukan dalam proses transformasi.

Setelah identifikasi 4 komponen teknologi tersebut, dilakukan penentuan kriteria-kriteria dari berbagai tingkat kecanggihan dan menentukan kriteria *state-of-the-art* atau kriteria tingkat kecanggihan teknologi yang paling tinggi yang berkaitan dengan teknologi modular. Kriteria-kriteria tersebut dibuat dalam bentuk form penilaian sebagai acuan dalam penilaian kesiapan teknologi galangan kapal untuk membangun kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan teknologi modular. Berikutnya, dilakukan penilaian komponen teknologi sesuai acuan yang telah dibuat dalam form penilaian sebelumnya dan mengukur *Technology Contribution Coefficient* (TCC). Untuk lebih detail langkah-langkah pada tahapan analisis teknometrik diuraikan pada gambar 3.2. di bawah.

Dalam suatu fasilitas transformasi, koefisien kontribusi teknologi (*technology contribution coefficient, TCC*) didefinisikan sebagai berikut:

$$TCC = T^{bt} \times H^{bi} \times I^{bi} \times O^{bo} \quad (3.1)$$

Dimana:

T = Kontribusi fasilitas rekayasa terhadap koefisien teknologi.

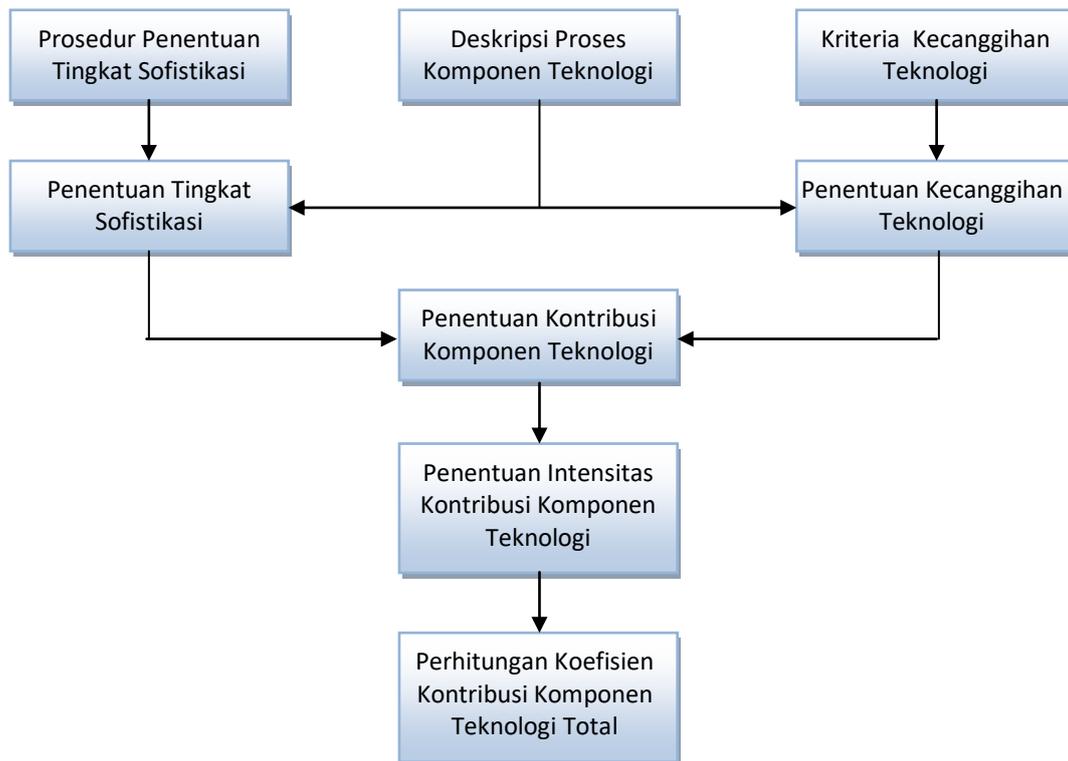
H = Kontribusi kemampuan insani dari manusia.

I = Kontribusi akses dan penguasaan informasi.

O = Kontribusi pemanfaatan atas perangkat organisasi.

b = Kepentingan relatif kriteria fasilitas rekayasa.

Dalam fungsi *TCC* tersebut, harus ditentukan estimasi dari T , H , I , O , bt , bh , bi , dan bo . prosedur yang dapat digunakan untuk evaluasi *TCC* pada tingkat perusahaan ditunjukkan pada diagram alir pada Gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penentuan Koefisien Kontribusi Teknologi (Nazaruddin, 2008)

Berikut ini adalah suatu prosedur, yang terbagi atas lima langkah, untuk menentukan koefisien kontribusi teknologi.

Langkah 1 Estimasi Tingkat Sofistikasi

Untuk menentukan tingkat sofistikasi komponen teknologi, dapat digunakan suatu prosedur penentuan skor, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Prosedur Penentuan Skor yang Disarankan untuk Keempat Komponen Teknologi

No.	TINGKAT SOFISTIFIKASI KRITERIA PENILAIAN				Skor
	Penguasaan atas fasilitas rekayasa	Kemampuan insani dari anggota perusahaan	Akses dan penguasaan atas informasi	Pemanfaatan atas perangkat organisasi	
1	Fasilitas manual	Kemampuan melakukan	Informasi pengenalan	Kerangka kerja perjuangan	1 2 3

		operasi			
2	Fasilitas bersumber daya	Kemampuan melakukan setup	Informasi penggambaran	Kerangka kerja penggabungan	2 3 4
3	Fasilitas fungsi umum	Kemampuan memperbaiki	Informasi pemilihan	Kerangka kerja penjelajahan	3 4 5
4	Fasilitas fungsi khusus	Kemampuan mereproduksi	Informasi penggunaan	Kerangka kerja perlindungan	4 5 6
5	Fasilitas otomatis	Kemampuan melakukan adaptasi	Informasi pemahaman	Kerangka kerja stabilitas	5 6 7
6	Fasilitas berbasis komputer	Kemampuan melakukan improvisasi	Informasi perbaikan	Kerangka kerja pencarian peluang	6 7 8
7	Fasilitas terpadu	Kemampuan melakukan inovasi	Informasi penilaian	Kerangka kerja kepemimpinan	7 8 9

Untuk menentukan tingkat sofistikasi suatu fasilitas transformasi dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Melakukan penelitian kualitatif untuk keempat komponen teknologi dan mengumpulkan semua informasi teknologi yang relevan.
- Mengidentifikasi semua item utama masing-masing komponen teknologi, berdasarkan penelitian kualitatif yang dilakukan.
- Menentukan batas atas dan batas bawah tingkat sofistikasi masing-masing komponen teknologi pada fasilitas transformasi yang diamati.

Langkah 2 Penilaian Kecanggihan Mutakhir

Penilaian kecanggihan ini dapat dilakukan dengan prosedur berikut:

- Gunakan kriteria umum untuk mengelompokkan kriteria spesifik quantifiable untuk masing-masing komponen teknologi.
- Kriteria spesifik tersebut digunakan untuk membuat suatu sistem rating kecanggihan mutakhir. Masing-masing kriteria diberi skor 10 untuk yang terbaik dan skor 0 untuk yang terburuk.
- Berdasarkan prosedur di atas rating kecanggihan mutakhir dari *technoware* untuk item i (St_i), *humanware* untuk item j (SH_j), *infoware* (SI), dan *orgaware* (SO) ditentukan dengan persamaan-persamaan berikut ini:

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{k=1}^{k_t} t_{ik}}{k_t} \right] \quad (3.2)$$

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{m=1}^{m_t} f_{mi}}{m_t} \right] \quad (3.3)$$

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{i=1}^{l_h} h_{ij}}{l_h} \right] \quad (3.4)$$

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{n=1}^{n_o} o_n}{n_o} \right] \quad (3.5)$$

Pada persamaan-persamaan diatas, t_{ik} dan h_{ji} berturut-turut adalah skor kriteria ke- k untuk technoware item i dan skor kriteria ke- i untuk humanware kategori j , sedangkan f_m dan O_n berurut-turut adalah skor kriteria ke- m untuk infoware dan skor kriteria ke- n untuk orgaware pada tingkat perusahaan. Pembagian dengan 10 pada setiap persamaan diatas dilakukan untuk menormalisasi rating menjadi 0 dan 1.

Jika ada alasan bahwa sejumlah kriteria mempunyai bobot yang lebih penting dari lainnya maka persamaan-persamaan di atas dapat dimodifikasi. Sebagai contoh, technoware item I dapat dimodifikasi menjadi:

$$ST_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum W_k \cdot t_{ik}}{\sum W_k} \right] \quad (3.6)$$

Dengan w_k adalah bobot untuk kriteria k dan $\sum W_k = 1$.

Langkah 3 Penentuan Kontribusi Komponen

Berdasarkan batas-batas tingkat sofistikasi yang telah ditentukan dan rating kecanggihan mutakhir, kontribusi komponen (*component contribution*) dapat dihitung dengan persamaan-persamaan di bawah ini:

$$T_i = \frac{1}{9} [LT_i + ST_i(UT_i - LT_i)] \quad (3.7)$$

$$H_j = \frac{1}{9} [LH_j + SH_j(UH_j - LH_j)] \quad (3.8)$$

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)] \quad (3.9)$$

$$O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)] \quad (3.10)$$

Nilai T_i menyatakan kontribusi masing-masing item i dari *technoware*, sedangkan nilai H_j menunjukkan kontribusi masing-masing item j dari *humanware*. Pembagian dengan 9 digunakan sehingga kontribusi suatu komponen pada kecanggihan mutakhir akan menjadi satu. Untuk menentukan keseluruhan kontribusi *technoware* dan *humanware* pada tingkat perusahaan maka nilai T_i dan H_j diagregasikan menggunakan bobot yang sesuai, sehingga:

$$T = \frac{\sum U_i T_i}{\sum U_i} \quad (3.11)$$

$$H = \frac{\sum V_j H_j}{\sum V_j} \quad (3.12)$$

Nilai u_i dan v_j harus ditentukan dengan hati-hati. Sebagai contoh u_i mungkin berkaitan dengan biaya investasi *technoware* item i dan v_j berkaitan dengan jumlah tenaga kerja dalam *humanware* dalam kategori j .

Langkah 4 Penilaian Intensitas Kontribusi Komponen

Untuk mengestimasi intensitas kontribusi komponen (*component contribution intensities*), dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matrix*). Berikut ini adalah prosedur untuk melakukan estimasi intensitas kontribusi komponen:

1. Untuk fasilitas transformasi yang sedang diamati keempat komponen teknologi disusun secara hierarki menurut kenaikan tingkat kepentingan.
2. Kepentingan relatif, b , ditentukan dengan matriks perbandingan berpasangan. Dalam perbandingan dua nilai b , kepentingan relatif salah satu b , terhadap lainnya ditentukan dengan menggunakan skala kepentingan relatif.
3. Jika keempat b , disusun dalam suatu hierarki maka akan terjadi 16 pasang perbandingan dan perbandingan-perbandingan dapat ditunjukkan dalam bentuk matriks bujur sangkar 4x4. Estimasi kepentingan relatif r_{ij} dari matriks perbandingan berpasangan, untuk menjaga konsistensi harus memenuhi kondisi berikut:

$$R_{ij} = 1 \text{ untuk semua } i = j$$

$$R_{ij} = 1/r_{ij}$$

Dapat ditunjukkan bahwa analisis nilai eigen (eigen value) dari matriks tersebut akan dihasilkan preferensi ordinal di antara nilai-nilai b , yang dibandingkan. Hal ini berarti jika suatu nilai b , lebih penting dari nilai b , yang lain, maka komponen eigen vektornya akan lebih besar. Bobot kepentingan yang dibutuhkan untuk masing-masing b , yang diberikan dengan vektor eigen yang dinormalisasi (*normalized eigen vector*).

Langkah 5 Perhitungan Koefisien Kontribusi Teknologi

Dengan menggunakan nilai-nilai T , H , I , O , dan b koefisien kontribusi teknologi (*technology contribution coefficient, TCC*) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1. Karena nilai-nilai T , H , I , dan O semuanya kurang dari 1 dan juga karena nilai-nilai b setelah normalisasi sama dengan 1, maka nilai maksimum TCC akan menjadi 1.

3.4. Sistematika Penulisan

Pada tesis ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

- **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian secara umum dan singkat meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan hipotesa dari tesis yang disusun.

- **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini berisi penjelasan tentang berbagai referensi dan teori yang terkait dengan judul penelitian yang meliputi teori perkembangan teknologi produksi kapal, daya saing galangan kapal nasional pada saat ini, modularisasi pembangunan kapal, metode pengukuran kesiapan teknologi, dan hasil tinjauan lapangan.

- **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi langkah – langkah selama penelitian, alur pikir mulai dari tahap identifikasi masalah, pengukuran kesiapan teknologi, perencanaan tahapan pembangunan kapal secara modular, sampai penyusunan laporan penelitian.

- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi hasil penelitian dan pembahasan dari pengukuran kesiapan teknologi di PT. PAL Indonesia, rekomendasi pengembangan berdasarkan hasil pengukuran, dan rancangan implementasi teknologi modular pada pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara massal.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan, serta rekomendasi dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

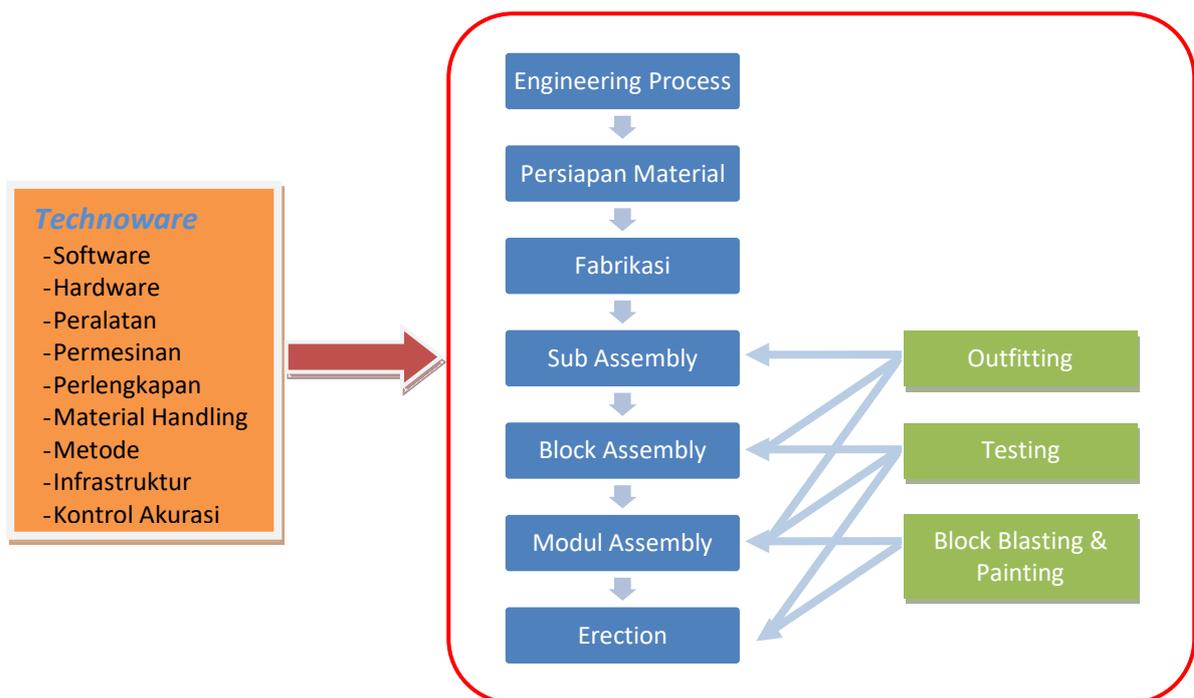
4.1. Pengukuran Kontribusi Tiap Komponen Teknologi

Dalam studi kesiapan teknologi untuk pembangunan kapal secara masal dengan sistem modular, pertama kali dilakukan pengelompokan komponen teknologi sesuai dengan konsep teknometrik, yaitu *technoware*, *humanware*, *inforware*, dan *orgaware*. Kriteria penilaian tingkat kecanggihan masing-masing komponen teknologi tersebut di PT. PAL Indonesia ditentukan berdasarkan konsep teknologi pembangunan kapal dengan *Product-oriented Work Breakdown Structure* (PWBS) yang berkaitan dengan pembangunan kapal kontainer 100 TEUs, yang mana teknologi tersebut menjadi dasar teknologi pembangunan kapal dengan sistem modular seperti yang dijelaskan pada bab 2 sebelumnya. Setelah melakukan pengelompokan komponen teknologi, maka dilakukan penentuan tingkat sosisifikasi atau tingkat kecanggihan pada masing-masing komponen teknologi guna melakukan penelitian kualitatif dan mendapatkan nilai *State of The Art* (SOTA). Untuk melakukan hal tersebut dibuat form penilaian atau kuesioner yang berguna untuk menilai secara kualitatif aspek-aspek yang terdapat pada masing-masing komponen teknologi. Hasil dari penelitian kualitatif yang telah dilakukan kemudian dinormalisasi dengan mempertimbangkan bobot yang dinilai dengan perbandingan berpasangan pada masing-masing aspek untuk mendapatkan nilai kontribusi komponen teknologi atau *component contribution* sesuai langkah metode teknometrik. Pengisian kuesioner penilaian dilakukan dengan wawancara pada pihak yang memiliki kompetensi pada masing-masing komponen teknologi dan tinjauan langsung untuk validasi, khususnya pada komponen teknologi *technoware*.

4.1.1. Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi *Technoware*

Seperti dijelaskan sebelumnya, *technoware* merupakan fasilitas rekayasa *object-embodied technology* yang mencakup peralatan (*tools*), perlengkapan (*equipments*), mesin-mesin (*machine*), alat pengangkutan (*vehicles*), dan instruksi fisik (*physical infrastructure*). Dalam konsep teknologi pembangunan kapal

dengan *Product-oriented Work Breakdown Structure* (PWBS), yang termasuk dalam komponen teknologi *technoware* adalah peralatan, perlengkapan, metode, permesinan, termasuk perangkat lunak (*software*), perangkat keras (*hardware*), dan infrastruktur galangan yang digunakan secara langsung mulai dari proses rekayasa, fabrikasi, perakitan, hingga proses pengujian. Aspek yang dinilai dapat dilihat pada bagan Gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Aspek-aspek Utama Penilaian *Technoware*

Pada Gambar 4.1 merupakan aspek-aspek utama yang digunakan untuk penilaian tingkat sofistikasi atau tingkat kecanggihan komponen teknologi *technoware* . Pada tiap aspek utama tersebut terdapat sub-aspek yang lebih secara khusus menilai aspek utama tersebut. Untuk detail aspek dan kriteria penilaian derajat kecanggihan dapat dilihat pada bagian Lampiran 4a.

Intensitas atau bobot tiap aspek utama pada komponen teknologi *technoware* didapatkan dengan melakukan analisa menggunakan perbandingan berpasangan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hasil dari pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 4.1 Pengukuran Intensitas atau Bobot Tiap Aspek Penilaian pada Komponen Teknologi *Technoware*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	1,00	7,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	5,00	7,00
B	0,14	1,00	0,33	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	3,00
C	0,20	3,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,20	0,20	0,33	1,00	3,00
D	0,20	5,00	3,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,20	1,00	1,00	3,00
E	0,33	5,00	3,00	3,00	1,00	0,33	0,33	0,20	1,00	3,00	3,00
F	0,33	5,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	0,33	3,00	3,00	3,00
G	0,33	5,00	5,00	3,00	3,00	0,33	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
H	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
I	0,33	3,00	3,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	3,00
J	0,20	1,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00
K	0,14	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00
Sum	4,22	40,33	29,67	22,87	17,53	9,53	10,07	5,13	17,00	23,00	33,00

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Bobot
A	0,237	0,174	0,169	0,219	0,171	0,315	0,298	0,195	0,176	0,217	0,212	0,217
B	0,034	0,025	0,011	0,009	0,011	0,021	0,020	0,039	0,020	0,043	0,091	0,029
C	0,047	0,074	0,034	0,015	0,019	0,035	0,020	0,039	0,020	0,043	0,091	0,040
D	0,047	0,124	0,101	0,044	0,019	0,035	0,033	0,039	0,059	0,043	0,091	0,058
E	0,079	0,124	0,101	0,131	0,057	0,035	0,033	0,039	0,059	0,130	0,091	0,080
F	0,079	0,124	0,101	0,131	0,171	0,105	0,298	0,065	0,176	0,130	0,091	0,134
G	0,079	0,124	0,169	0,131	0,171	0,035	0,099	0,195	0,176	0,130	0,091	0,127
H	0,237	0,124	0,169	0,219	0,285	0,315	0,099	0,195	0,176	0,130	0,091	0,185
I	0,079	0,074	0,101	0,044	0,057	0,035	0,033	0,065	0,059	0,043	0,091	0,062
J	0,047	0,025	0,034	0,044	0,019	0,035	0,033	0,065	0,059	0,043	0,030	0,039
K	0,034	0,008	0,011	0,015	0,019	0,035	0,033	0,065	0,020	0,043	0,030	0,028
Sum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

- A : Engineering process
- B : Persiapan material
- C : Fabrikasi
- D : Sub-assembly
- E : Block assembly
- F : Grand-block / modul assembly
- G : Erection
- H : Outfitting
- I : Block blasting dan painting
- J : Testing (shop test & sea trial)
- K : Infrastruktur

Pada Tabel 4.1 didapatkan bobot atau intensitas tiap aspek penilaian komponen teknologi *technoware*. Berdasarkan tabel diatas juga dapat dilihat bahwa point *engineering process* mendapatkan bobot paling tinggi yaitu 0,217, hal ini menandakan bahwa *engineering process* mempunyai peranan paling utama dalam proses produksi kapal. Bobot tertinggi kedua terdapat pada point *outfitting* dengan bobot 0,185, hal ini juga menunjukkan bahwa waktu tahapan outfitting juga menjadi hal penting untuk menentukan tingkat kecanggihan komponen teknologi *technoware*.

Penilaian berikutnya dilakukan dengan memberi nilai skala 0-10 pada tiap sub aspek yang dinilai, kemudian hasil tersebut dirata-ratakan dan dibagi 10 untuk mendapatkan skala nilai 0-1. Secara umum perhitungan tersebut mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{k=1}^{k_t} t_{ik}}{k_t} \right]$$

Pada persamaan diatas ST merupakan tingkat kecanggihan atau tingkat sofistikasi *state of the art* (SOTA) yang dicapai dari aspek *technoware* yang dinilai.

Berdasarkan batas-batas tingkat sofistikasi yang telah ditentukan dan rating kecanggihan mutakhir, untuk kuantifisir nilai tersebut, maka kontribusi komponen (*component contribution*) dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$T_i = \frac{1}{9} [LT_i + ST_i(UT_i - LT_i)]$$

Setelah didapatkan nilai kontribusi komponen dan intensitas tiap aspek penilaian maka bisa didapatkan nilai rating terbobot. Hasil penilaian *state of the art* (SOTA) hingga nilai rating terbobot dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Penilaian *State of The Art* (SOTA) dan Rating Terbobot pada Komponen Teknologi *Technoware*

Point	Aspek	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot
A	Engineering Process	5	9	0,720	0,876	0,217	0,190
B	Persiapan Material	5	9	0,750	0,889	0,029	0,026
C	Fabrikasi	5	9	0,700	0,867	0,040	0,034
D	Sub Assembly	3	9	0,714	0,810	0,058	0,047
E	Block Assembly	3	9	0,700	0,800	0,080	0,064
F	Grand-block / Module Assembly	3	9	0,718	0,812	0,134	0,109
G	Erection	3	9	0,682	0,788	0,127	0,100
H	Outfitting	3	9	0,613	0,742	0,185	0,138
I	Block Blasting dan Painting	7	9	0,800	0,956	0,062	0,059
J	Testing (Shoptest & Sea Trial)	1	9	0,617	0,744	0,039	0,029
K	Infrastruktur	7	9	0,800	0,956	0,028	0,027

Terdapat *lower limit* (LL) bernilai 1 pada aspek testing (shoptest & sea trial), hal ini menandakan terdapat metode pengujian yang dilakukan tidak sesuai

dengan yang diharapkan dari konsep sistem modular. Sedangkan, *upper limit* (UL) yang bernilai 9 menunjukkan bahwa pada aspek yang dinilai sudah memenuhi konsep pembangunan kapal dengan sistem modular.

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil analisa derajat kecanggihan komponen teknologi *technoware* dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi *Technoware*

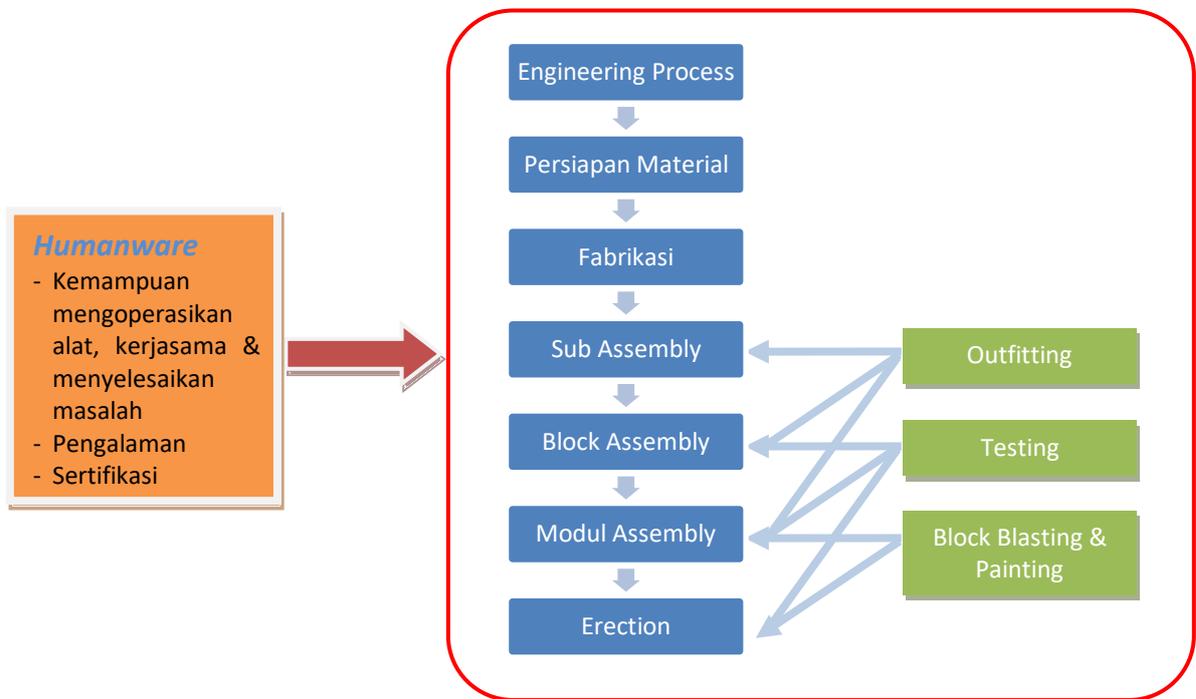
Point	Aspek	Intensitas	Rating Terbobot	Derajat Kecanggihan
A	Engineering Process	0,217	0,190	0,823
B	Persiapan Material	0,029	0,026	
C	Fabrikasi	0,040	0,034	
D	Sub Assembly	0,058	0,047	
E	Block Assembly	0,080	0,064	
F	Grand-block / Module Assembly	0,134	0,109	
G	Erection	0,127	0,100	
H	Outfitting	0,185	0,138	
I	Block Blasting dan Painting	0,062	0,059	
J	Testing (Shoptest & Sea Trial)	0,039	0,029	
K	Infrastruktur	0,028	0,027	

Nilai derajat kecanggihan berdasarkan penilaian kontribusi komponen teknologi *technoware* yang telah dilakukan adalah 0,823. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan masih terdapat *gap* sebesar 0,177 untuk mencapai *state of the art*. Untuk meningkatkan penilaian tersebut dapat dilakukan pengembangan atau perbaikan pada aspek dengan bobot tertinggi, dalam hal ini adalah aspek *engineering process*.

4.1.2. Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi *Humanware*

Humanware merupakan elemen kunci dari suatu operasi transformasi. *Humanware* (kemampuan manusia), adalah teknologi yang melekat pada manusia, meliputi pengetahuan, ketrampilan, kebijakan, kreativitas, dan pengalaman. Penilaian kontribusi komponen teknologi *humanware* di PT. PAL Indonesia yang terkait pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan sistem modular meliputi kemampuan sumber daya manusia untuk mengoperasikan

peralatan *technoware*, pengalaman, tingkat pendidikan, sertifikasi, kemampuan bekerjasama, serta kemampuan menyelesaikan masalah.



Gambar 4.2 Aspek-aspek Utama Penilaian *Humanware*

Pada Gambar 4.2 merupakan aspek-aspek utama yang digunakan untuk penilaian tingkat sofistikasi atau tingkat kecanggihan komponen teknologi *humanware*. Pada tiap aspek utama tersebut terdapat sub-aspek yang lebih secara khusus menilai aspek utama tersebut. Untuk detail aspek dan kriteria penilaian derajat kecanggihan dapat dilihat pada bagian lampiran.

Intensitas atau bobot tiap aspek utama pada komponen teknologi *humanware* didapatkan dengan melakukan analisa menggunakan perbandingan berpasangan dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Hasil dari pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini

Tabel 4.4 Pengukuran Intensitas atau Bobot Tiap Aspek Penilaian pada Komponen Teknologi *Humanware*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1,00	7,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00
B	0,14	1,00	0,33	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33
C	0,20	3,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,20	0,33	1,00	0,33
D	0,20	5,00	3,00	1,00	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	0,20
E	0,33	5,00	3,00	3,00	1,00	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33
F	0,33	5,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	1,00	0,33	0,33
G	0,33	5,00	5,00	3,00	3,00	0,33	1,00	1,00	0,33	0,33
H	0,33	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,33
I	0,33	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00
J	1,00	3,00	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00
Sum	4,21	38,00	27,33	22,53	17,87	12,53	15,07	14,67	9,33	5,20

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Bobot
A	0,238	0,184	0,183	0,222	0,168	0,239	0,199	0,205	0,321	0,192	0,215
B	0,034	0,026	0,012	0,009	0,011	0,016	0,013	0,023	0,107	0,064	0,032
C	0,048	0,079	0,037	0,015	0,019	0,027	0,013	0,023	0,107	0,064	0,043
D	0,048	0,132	0,110	0,044	0,019	0,027	0,022	0,068	0,107	0,038	0,061
E	0,079	0,132	0,110	0,133	0,056	0,027	0,022	0,068	0,036	0,064	0,073
F	0,079	0,132	0,110	0,133	0,168	0,080	0,199	0,068	0,036	0,064	0,107
G	0,079	0,132	0,183	0,133	0,168	0,027	0,066	0,068	0,036	0,064	0,096
H	0,079	0,079	0,110	0,044	0,056	0,080	0,066	0,068	0,036	0,064	0,068
I	0,079	0,026	0,037	0,044	0,168	0,239	0,199	0,205	0,107	0,192	0,130
J	0,238	0,079	0,110	0,222	0,168	0,239	0,199	0,205	0,107	0,192	0,176
Sum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

- A : Engineering process F : Grand-block / modul assembly
 B : Persiapan material G : Erection
 C : Fabrikasi H : Painting & blasting
 D : Sub-assembly I : Testing (shop test & sea trial)
 E : Block assembly J : Quality assurance

Pada Tabel 4.4 didapatkan bobot atau intensitas tiap aspek penilaian komponen teknologi *humanware*. Berdasarkan tabel diatas juga dapat dilihat bahwa point *engineering process* mendapatkan bobot paling tinggi yaitu 0,215, hal ini menandakan bahwa *engineering process* pada komponen teknologi *humanware* juga mempunyai peranan paling utama. Bobot tertinggi kedua terdapat pada point *quality assurance* dengan bobot 0,176, hal ini juga menunjukkan bahwa waktu aspek *quality assurance* juga menjadi hal penting untuk menentukan tingkat kecanggihan komponen teknologi *humanware*.

Penilaian berikutnya dilakukan sebagaimana langkah metode teknometrik yang sebelumnya telah dibahas pada bab metodologi penelitian. Adapun hasil penilaian *state of the art* (SOTA) hingga nilai rating terbobot dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Penilaian *State of The Art* (SOTA) dan Rating Terbobot pada Komponen Teknologi *Humanware*

Point	Aspek	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot
A	Perencanaan Produksi	3	9	0,667	0,778	0,215	0,167
B	Persiapan Material	3	7	0,550	0,578	0,032	0,018
C	Fabrikasi	5	9	0,733	0,881	0,043	0,038
D	Sub Assembly	5	9	0,675	0,783	0,061	0,048
E	Block Assembly	5	9	0,650	0,767	0,073	0,056
F	Grand-block / Module Assembly	5	9	0,675	0,856	0,107	0,091
G	Erection	5	9	0,760	0,893	0,096	0,085
H	Painting	3	7	0,700	0,867	0,068	0,059
I	Testing (Shoptest & Sea Trial)	7	9	0,800	0,956	0,130	0,124
J	Quality Assurance	7	9	0,700	0,933	0,176	0,164

Dilihat pada Tabel 4.5, terdapat *lower limit* (LL) bernilai 3 pada beberapa aspek antara lain, perencanaan produksi, persiapan material, dan painting. Hal tersebut bisa disebabkan karena masih terdapat penilaian yang kurang terhadap kemampuan berkoordinasi dan kemampuan untuk menyelesaikan masalah, serta kualifikasi humanware. Sedangkan, *upper limit* (UL) yang bernilai 9 menunjukkan bahwa pada aspek yang dinilai sudah memenuhi konsep pembangunan kapal dengan sistem modular.

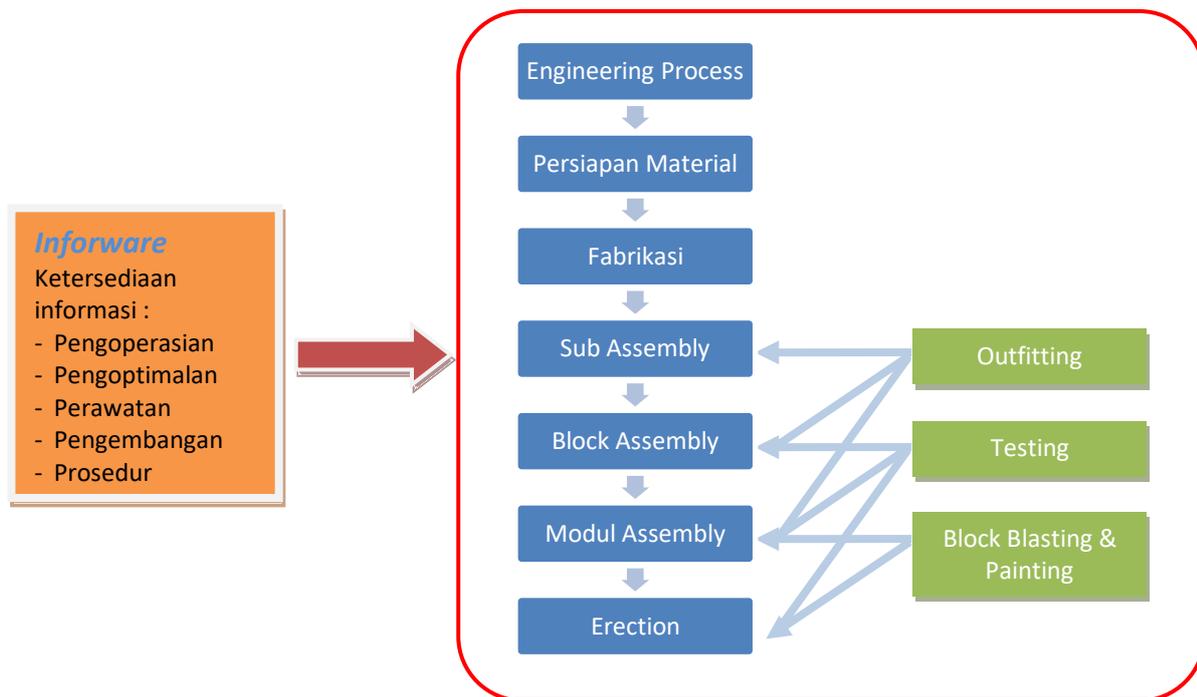
Berdasarkan Tabel 4.5 di atas, hasil analisa derajat kecanggihan komponen teknologi *humanware* dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini,

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi *Humanware*

Point	Aspek	Intensitas	Rating Terbobot	Derajat Kecanggihan
A	Perencanaan Produksi	0,215	0,167	0,851
B	Persiapan Material	0,032	0,018	
C	Fabrikasi	0,043	0,038	
D	Sub Assembly	0,061	0,048	
E	Block Assembly	0,073	0,056	
F	Grand-block / Module Assembly	0,107	0,091	
G	Erection	0,096	0,085	
H	Painting	0,068	0,059	
I	Testing (Shoptest & Sea Trial)	0,130	0,124	
J	Quality Assurance	0,176	0,164	

4.1.3. Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi *Inforware*

Inforware merupakan *document-embodied technology*, yaitu informasi berkaitan dengan proses, prosedur, teknik, metode, teori, spesifikasi, pengamatan, dan keterkaitan. *Inforware* juga digunakan oleh *humanware* dalam melakukan pembuatan keputusan dan dalam mengoperasikan *technoware*. Penilaian kontribusi komponen teknologi *inforware* di PT. PAL Indonesia yang terkait pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan sistem modular meliputi ketersediaan informasi terkait pengoperasian, perawatan, pengoptimalan, pengembangan, serta prosedur. Pada Gambar 4.23 merupakan aspek-aspek utama yang digunakan untuk penilaian tingkat sofistikasi atau tingkat kecanggihan komponen teknologi *inforware*. Pada tiap aspek utama tersebut terdapat sub-aspek yang lebih secara khusus menilai aspek utama tersebut. Untuk detail aspek dan kriteria penilaian derajat kecanggihan dapat dilihat pada bagian lampiran.



Gambar 4.3 Aspek-aspek Utama Penilaian *Inforware*

Intensitas atau bobot tiap aspek utama pada komponen teknologi *inforware* didapatkan dengan melakukan analisa menggunakan perbandingan berpasangan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hasil dari pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini

Pada Tabel 4.7 didapatkan bobot atau intensitas tiap aspek penilaian komponen teknologi *inforware*. Berdasarkan tabel diatas juga dapat dilihat bahwa point *engineering process* masih mendapatkan bobot paling tinggi yaitu 0,184, hal ini menandakan bahwa *engineering process* juga mempunyai pengaruh paling besar dalam komponen teknologi *inforware*. Bobot tertinggi kedua terdapat pada point *quality assurance* dengan bobot 0,166, hal ini juga menunjukkan bahwa aspek *quality assurance* juga menjadi hal penting untuk menentukan tingkat kecanggihan komponen teknologi *inforware*.

Tabel 4.7 Pengukuran Intensitas atau Bobot Tiap Aspek Penilaian pada Komponen Teknologi *Inforware*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	1,00	7,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	5,00	1,00
B	0,14	1,00	0,33	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33
C	0,20	3,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33
D	0,20	5,00	3,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,20	1,00	1,00	0,20
E	0,33	5,00	3,00	3,00	1,00	0,33	0,33	0,20	1,00	3,00	0,33
F	0,33	5,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	0,33	3,00	3,00	0,33
G	0,33	5,00	5,00	3,00	3,00	0,33	1,00	1,00	3,00	3,00	0,33
H	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,33
I	0,33	3,00	3,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00
J	0,20	1,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00
K	1,00	3,00	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00
Sum	5,08	43,00	32,33	27,53	20,20	12,20	12,73	7,80	17,67	23,00	6,20

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Bobot
A	0,197	0,163	0,155	0,182	0,149	0,246	0,236	0,128	0,170	0,217	0,161	0,184
B	0,028	0,023	0,010	0,007	0,010	0,016	0,016	0,026	0,019	0,043	0,054	0,020
C	0,039	0,070	0,031	0,012	0,017	0,027	0,016	0,026	0,019	0,043	0,054	0,030
D	0,039	0,116	0,093	0,036	0,017	0,027	0,026	0,026	0,057	0,043	0,032	0,048
E	0,066	0,116	0,093	0,109	0,050	0,027	0,026	0,026	0,057	0,130	0,054	0,070
F	0,066	0,116	0,093	0,109	0,149	0,082	0,236	0,043	0,170	0,130	0,054	0,119
G	0,066	0,116	0,155	0,109	0,149	0,027	0,079	0,128	0,170	0,130	0,054	0,113
H	0,197	0,116	0,155	0,182	0,248	0,246	0,079	0,128	0,170	0,130	0,054	0,165
I	0,066	0,070	0,093	0,036	0,050	0,027	0,026	0,043	0,057	0,043	0,161	0,051
J	0,039	0,023	0,031	0,036	0,017	0,027	0,026	0,043	0,057	0,043	0,161	0,034
K	0,197	0,070	0,093	0,182	0,149	0,246	0,236	0,385	0,057	0,043	0,161	0,166
Sum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

- A : Engineering process
- B : Persiapan material
- C : Fabrikasi
- D : Sub-assembly
- E : Block assembly
- F : Grand-block / modul assembly
- G : Erection
- H : Outfitting
- I : Block blasting dan painting
- J : Testing (shop test & sea trial)
- K : Quality Assurance

Penilaian berikutnya dilakukan sebagaimana langkah metode teknometrik yang sebelumnya telah dibahas pada bab metodologi penelitian. Adapun hasil penilaian *state of the art* (SOTA) hingga nilai rating terbobot dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini,

Tabel 4.8 Penilaian *State of The Art* (SOTA) dan Rating Terbobot pada Komponen Teknologi *Inforware*

Point	Aspek	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot
A	Engineering Process	7	9	0,750	0,944	0,184	0,174
B	Persiapan Material	5	7	0,600	0,689	0,020	0,014
C	Fabrikasi	5	7	0,633	0,696	0,030	0,021
D	Sub Assembly	7	9	0,650	0,844	0,048	0,041
E	Block Assembly	5	9	0,650	0,844	0,070	0,059
F	Grand-block / Module Assembly	5	9	0,650	0,844	0,119	0,101
G	Erection	5	9	0,650	0,844	0,113	0,095
H	Outfitting	7	9	0,700	0,867	0,165	0,143
I	Block Blasting dan Painting	5	7	0,650	0,844	0,051	0,043
J	Testing (Shoptest & Sea Trial)	7	9	0,733	0,941	0,034	0,032
K	Quality Assurance	7	9	0,800	0,956	0,166	0,158

Dilihat pada Tabel 4.8, terdapat *lower limit* (LL) bernilai 5 pada beberapa aspek. Hal tersebut bisa disebabkan karena tersedianya informasi yang hanya sebatas informasi perawatan. Sedangkan, *upper limit* (UL) yang bernilai 9 menunjukkan bahwa pada aspek yang dinilai sudah memenuhi konsep pembangunan kapal dengan sistem modular.

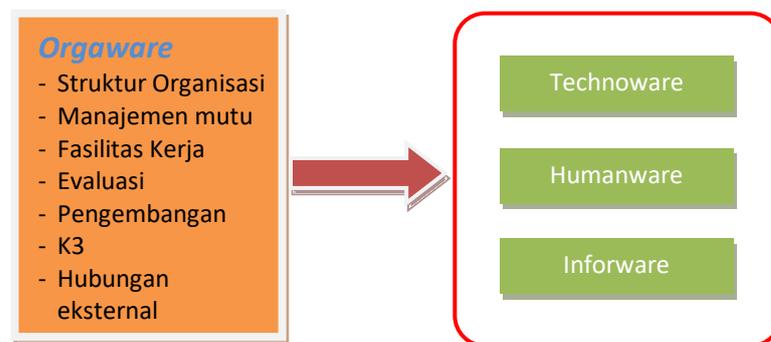
Berdasarkan Tabel 4.8, hasil analisa derajat kecanggihan komponen teknologi *inforware* dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini. Nilai derajat kecanggihan berdasarkan penilaian kontribusi komponen teknologi *inforware* yang telah dilakukan adalah 0,722. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan masih terdapat *gap* sebesar 0,288 untuk mencapai *state of the art*. Untuk meningkatkan penilaian tersebut dapat dilakukan pengembangan atau perbaikan pada aspek dengan bobot tertinggi, dalam hal ini adalah aspek *engineering process*.

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi *Inforeware*

Point	Aspek	Intensitas	Rating Terbobot	Derajat Kecanggihan
A	Engineering Process	0,184	0,174	0,722
B	Persiapan Material	0,020	0,014	
C	Fabrikasi	0,030	0,021	
D	Sub Assembly	0,048	0,041	
E	Block Assembly	0,070	0,059	
F	Grand-block / Module Assembly	0,119	0,101	
G	Erection	0,113	0,095	
H	Outfitting	0,165	0,143	
I	Block Blasting dan Painting	0,051	0,043	
J	Testing (Shoptest & Sea Trial)	0,034	0,032	
K	Quality Assurance	0,166	0,158	

4.1.4. Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi *Orgaware*

Komponen teknologi *Orgaware* merupakan *organizational* framework atau perangkat organisasi yang dibutuhkan untuk mewedahi fasilitas fisik, kemampuan manusia, dan fakta, yang terdiri dari praktik-praktik manajemen, keterkaitan, dan pengaturan organisasi untuk mencapai hasil yang positif. *Orgaware* mengarahkan dan mengendalikan *inforeware*, *humanware* dan *technoware* dalam menjalankan operasi transformasi.



Gambar 4.4 Aspek-aspek Utama Penilaian *Orgaware*

Pada Gambar 4.4 merupakan aspek-aspek utama yang digunakan untuk penilaian tingkat sofistikasi atau tingkat kecanggihan komponen teknologi *orgaware*. Pada tiap aspek utama tersebut terdapat sub-aspek yang lebih secara khusus menilai aspek utama tersebut. Untuk detail aspek dan kriteria penilaian derajat kecanggihan dapat dilihat pada bagian lampiran.

Intensitas atau bobot tiap aspek utama pada komponen teknologi *orgaware* didapatkan dengan melakukan analisa menggunakan perbandingan berpasangan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hasil dari pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini :

Tabel 4.10 Pengukuran Intensitas atau Bobot Tiap Aspek Penilaian pada Komponen Teknologi *Orgaware*

	A	B	C	D	E	F	G
A	1,00	0,33	0,33	1,00	0,33	3,00	0,33
B	3,00	1,00	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00
C	3,00	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,20
D	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	0,33	0,33
E	3,00	1,00	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00
F	0,33	0,33	3,00	3,00	0,33	1,00	3,00
G	3,00	0,33	5,00	3,00	0,33	0,33	1,00
Sum	14,33	4,33	18,33	10,33	4,33	11,00	10,87

	A	B	C	D	E	F	G	Bobot
A	0,070	0,077	0,018	0,097	0,077	0,273	0,031	0,092
B	0,209	0,231	0,164	0,097	0,231	0,273	0,276	0,211
C	0,209	0,077	0,055	0,032	0,077	0,030	0,018	0,071
D	0,070	0,231	0,164	0,097	0,231	0,030	0,031	0,122
E	0,209	0,231	0,164	0,097	0,231	0,273	0,276	0,211
F	0,023	0,077	0,164	0,290	0,077	0,091	0,276	0,143
G	0,209	0,077	0,273	0,290	0,077	0,030	0,092	0,150
Sum	1	1	1	1	1	1	1	1

- A : Struktur dan budaya organisasi
- B : Manajemen mutu
- C : Fasilitas kerja
- D : Evaluasi kerja
- E : Pengembangan program
- F : Kesehatan dan keselamatan kerja
- G : Hubungan eksternal

Pada Tabel 4.10 didapatkan bobot atau intensitas tiap aspek penilaian komponen teknologi *orgaware*. Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa point manajemen mutu dan pengembangan program mendapatkan bobot paling tinggi yaitu 0,211, hal ini menandakan bahwa aspek tersebut mempunyai peranan paling utama dalam komponen teknologi *orgaware*. Berdasarkan penelitian Ma'ruf (2006), faktor manajemen galangan (budaya perusahaan, organisasi, manajemen, dan jaringan bisnis) merupakan faktor penting yang memiliki bobot 54 persen dalam meningkatkan daya saing.

Penilaian berikutnya dilakukan sebagaimana langkah metode teknometrik yang sebelumnya telah dibahas pada bab metodologi penelitian. Adapun hasil penilaian *state of the art* (SOTA) hingga nilai rating terbobot dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.11 Penilaian *State of The Art* (SOTA) dan Rating Terbobot pada Komponen Teknologi *Orgaware*

Point	Aspek	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot
A	Struktur dan Budaya Organisasi	3	9	0,680	0,787	0,092	0,072
B	Manajemen Mutu	5	9	0,680	0,858	0,211	0,181
C	Fasilitas Kerja	5	9	0,700	0,867	0,071	0,062
D	Evaluasi Kerja	5	9	0,633	0,837	0,122	0,102
E	Pengembangan Program	7	9	0,650	0,767	0,211	0,162
F	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	7	9	0,700	0,933	0,143	0,133
G	Hubungan Eksternal	5	9	0,633	0,837	0,150	0,125

Dilihat pada Tabel 4.11, terdapat *lower limit* (LL) bernilai 3 pada beberapa aspek struktur dan budaya organisasi. Hal tersebut bisa disebabkan karena otonomi perusahaan berada dibawah organisasi pemerintah Indonesia, dengan kata lain PT. PAL Indonesia tidak memiliki otonomi perusahaan secara khusus. Sedangkan, *upper limit* (UL) yang bernilai 9 menunjukkan bahwa pada aspek yang dinilai sudah memenuhi konsep pembangunan kapal dengan sistem modular.

Berdasarkan Tabel 4.11, hasil analisa derajat kecanggihan komponen teknologi *orgaware* dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut :

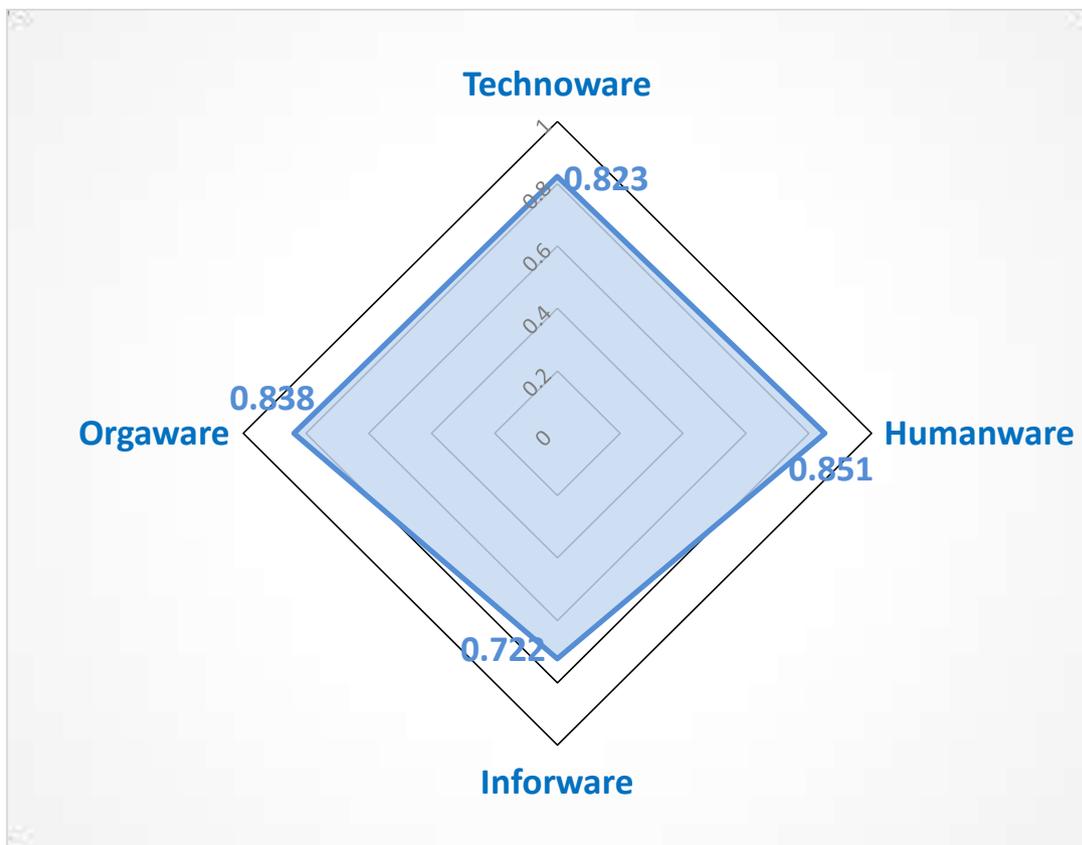
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi *Orgaware*

Point	Aspek	Intensitas	Rating Terbobot	Derajat Kecanggihan
A	Struktur dan Budaya Organisasi	0,092	0,072	0,838
B	Manajemen Mutu	0,211	0,181	
C	Fasilitas Kerja	0,071	0,062	
D	Evaluasi Kerja	0,122	0,102	
E	Pengembangan Program	0,211	0,162	
F	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	0,143	0,133	
G	Hubungan Eksternal	0,150	0,125	

Nilai derajat kecanggihan berdasarkan penilaian kontribusi komponen teknologi *orgaware* yang telah dilakukan adalah 0,838. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan masih terdapat *gap* sebesar 0,162 untuk mencapai *state of the art*. Untuk meningkatkan penilaian tersebut dapat dilakukan pengembangan atau perbaikan pada aspek dengan bobot tertinggi, dalam hal ini adalah aspek manajemen mutu.

4.2. Pengukuran *Technology Contribution Coefficient* (TCC)

Berdasarkan hasil pengukuran kontribusi tiap komponen teknologi, maka dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.5 berikut ini :



Gambar 4.5 Grafik T, H, I, O PT. PAL Indonesia

Setelah pengukuran nilai kontribusi tiap komponen teknologi dilakukan, langkah selanjutnya sesuai dengan langkah metode teknometrik adalah menentukan intensitas tiap komponen teknologi (β). Proses pengukuran intensitas

komponen teknologi dilakukan dengan analisis *pairwise comparasion matrix*. Adapun matrik dari pengukuran intensitas dari tiap komponen teknologi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 *Pairwise Comparison Matrix* Komponen Teknologi

	T	H	I	O
T	1	5	3	1
H	0.2	1	0.33	0.33
I	0.33	3	1	1
O	1	3	1	1
Sum	2.53	12	5.33	3.33

Dari hasil *pairwise comparison matrix* pada Tabel 4.13, maka dapat dihitung *eigen value* dan *eigen vector* di mana hasil perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan bobot adalah sebagai berikut :

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Intensitas atau Bobot Komponen Teknologi

	T	H	I	O	Bobot
T	0.395	0.417	0.563	0.300	0.419
H	0.079	0.083	0.062	0.099	0.081
I	0.130	0.250	0.188	0.300	0.217
O	0.395	0.250	0.188	0.300	0.283
Sum	1	1	1	1	1

Nilai *eigen* maksimum yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} \lambda \max &= (0,419 \times 2,53) + (0,081 \times 12) + (0,217 \times 5,33) + (0,283 \times 3,33) \\ &= 4,13 \end{aligned}$$

Karena matriks memiliki ordo 4 ($n=4$), maka nilai indeks konsistensi (*CI*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} CI &= (\lambda \max - n) / n - 1 \\ &= 0,043 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Indeks Random Konsistensi (*RI*)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>RI</i>	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

RI = 0,90

CR = *CI* / *RI*

= 0,048

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa rasio konsistensi (*CR*) bernilai 0,048 termasuk dalam kategori konsisten karena $CR < 0,100$.

Berdasarkan nilai intensitas komponen teknologi, *humanware* memiliki intensitas terendah. Hal tersebut menyampaikan bahwa nilai TCC lebih dipengaruhi oleh komponen teknologi *technoware*, *orgaware*, dan kemudian *inforeware*. Dengan kata lain, teknologi yang canggih diikuti dengan pengorganisasian yang handal dan sistem informasi yang baik akan memudahkan Sumber Daya Manusia (SDM) dalam menyelesaikan proses.

Setelah nilai kontribusi dan intensitas dari tiap komponen teknologi didapatkan, maka selanjutnya nilai TCC dapat ditentukan dengan persamaan

$$TCC = T^{bt} \times H^{bh} \times I^{bi} \times O^{bo}$$

Sehingga nilai TCC yang diperoleh ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4.16 Hasil Pengukuran *Technology Coefficient Contribution* (TCC)

Komponen Teknologi	Intensitas	Kontribusi Komponen Teknologi	TCC
Technoware	0.419	0.823	0.806
Humanware	0.081	0.851	
Inforeware	0.217	0.722	
Orgaware	0.283	0.838	
Rasio Konsistensi	0.048		

4.3. Pengembangan Komponen Teknologi

Berdasarkan hasil pengukuran tiap komponen teknologi, maka dapat dilakukan analisis arah pengembangan yang paling prioritas untuk meningkatkan nilai kesiapan teknologi.

4.3.1. Pengembangan *Technoware*

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, terdapat beberapa potensi pengembangan untuk meningkatkan nilai derajat kecanggihan yang berarti juga meningkatkan kesiapan teknologi. Adapun analisa pengembangan tersebut adalah sebagai berikut :

a. Engineering Process

Mengingat aspek *engineering process* memiliki bobot tertinggi, maka nilai SOTA pada aspek tersebut sangat berpotensi meningkatkan nilai derajat kecanggihan. Pada aspek ini, bila dilihat kembali pada tabel 2 di atas mendapatkan nilai SOTA sebesar 0.720. Hal tersebut dikarenakan pada tahap desain di PT. PAL Indonesia masih pada tahap peralihan software yang belum tersinkronisasi dengan baik antara software lama (TRIBON) dan software baru (NAPA-CADMATIC) yang digunakan, sehingga perlu penyesuaian kembali pada hasil desain yang juga dapat memakan waktu lebih banyak. Oleh karena itu, hal yang paling prioritas untuk dilakukan adalah menyelesaikan masalah sinkronisasi software tersebut.

b. Outfitting

Aspek *outfitting* merupakan aspek dengan bobot terbesar kedua, maka nilai SOTA pada aspek tersebut juga berpotensi untuk meningkatkan nilai derajat kecanggihan. Pada aspek ini, bila dilihat kembali pada tabel 2 di atas mendapatkan nilai SOTA sebesar 0.612. Konsep teknologi produksi *Full Outfitting Block System* (FOBS) yang dijalankan oleh PT. PAL Indonesia sebenarnya sudah sesuai dengan konsep *Product-oriented Work Breakdown Structure* (PWBS), akan tetapi terdapat beberapa kendala yang terjadi karena seringkali material ataupun perlengkapan yang akan dipasang belum siap. Hal tersebut kembali pada *engineering process*, di mana peranan pengadaan yang terlambat atau seringkali masalah

pembiayaan. Selain itu, keterlambatan proses *outfitting* juga bisa terjadi karena adanya pengulangan pekerjaan pada proses sebelumnya ataupun kesalahan pada perencanaan. Oleh karena itu, aspek *engineering process* memberikan pengaruh yang cukup besar pada aspek *outfitting*, termasuk juga pada aspek lainnya.

c. Fasilitas Produksi

PT. PAL Indonesia dikenal sebagai galangan kapal dengan fasilitas produksi yang paling lengkap dan kapasitas paling besar di Indonesia bahkan di Asia Tenggara. Akan tetapi, terdapat fasilitas produksi di PT. PAL Indonesia yang tidak berfungsi maksimal sehingga kapasitas produksi pun juga tidak bisa maksimal. Di antaranya mesin *Pipe Spooling* yang merupakan fasilitas produksi untuk penyimpanan, pembentukan, dan penyambungan pipa yang terintegrasi secara otomatis kini tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, perbaikan-perbaikan pada fasilitas produksi menjadi hal penting yang perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai derajat kecanggihan.

Selain perbaikan fasilitas produksi, bila ditinjau pada luas area bengkel, PT. PAL Indonesia memiliki area yang sangat luas dengan *graving dock* berukuran panjang 300 meter, di mana *graving dock* tersebut cukup untuk menampung 3 kapal kontainer 100 TEUs sekaligus. Akan tetapi, untuk mendukung pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan sistem modular dibutuhkan *buffer area* yang lebih luas agar pembangunan dapat dilakukan secara efektif. *Buffer area* bisa memanfaatkan lahan yang kini digunakan sebagai penampungan *block* yang tidak terpakai. Selain itu, area penampungan *block* yang tak terpakai tersebut merupakan akses menuju *shiplift*. Oleh karena itu, area penampungan *block* lama yang tidak terpakai sebaiknya dibersihkan agar dapat dimanfaatkan sebagai *buffer area* dan akses menuju *shiplift*.

4.3.2. Pengembangan *Humanware*

Komponen teknologi *humanware* di PT. PAL Indonesia pada dasarnya telah memenuhi kebutuhan, di mana setiap aspek *technoware* memiliki

humanware yang mampu mengoperasikannya dan mampu menghasilkan produk seperti yang diharapkan. Kualifikasi dan kompetensi Sumber Daya Manusia (SDM) menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Hal ini tidak terlepas dari penerapan kedisiplinan, kerjasama, dan kemampuan penyelesaian masalah dari SDM di PT. PAL Indonesia. Pemilihan manajer proyek dilakukan sesuai rekomendasi unit kerja memberikan kesempatan yang luas kepada *humanware* yang dirasa mampu memenuhi kriteria manajer proyek. Selain itu, kebutuhan *contact humanware* atau *humanware* yang terlibat langsung dengan peralatan proses produksi seperti operator, welder, fitter, painter, dan sebagainya dapat dipenuhi dengan memperkerjakan *sub-contractor* yang terpercaya atau dengan memperbantukan SDM dari divisi lain di PT. PAL Indonesia.

Arah pengembangan prioritas pada komponen teknologi *humanware* untuk memenuhi kesiapan teknologi galangan kapal untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal dengan sistem modular adalah dengan memberikan pelatihan khusus, sertifikasi, serta *transfer of technology* dengan galangan yang ahli dalam penerapan sistem modular terutama untuk aspek *engineering process*.

4.3.3. Pengembangan *Inforware*

Sistem informasi di PT. PAL Indonesia dalam hal organisasi surat menyurat, dokumentasi nota dinas, komunikasi, evaluasi SDM, standar manajemen, dan standar operasional sudah tersedia cukup baik. Akan tetapi ketersediaan informasi pada komponen teknologi *technoware* hanya sebatas informasi perawatan. Di PT. PAL Indonesia telah memiliki beberapa jaringan sistem informasi, diantaranya IFS (sistem informasi keuangan), e-Courier (sistem informasi dokumentasi, komunikasi, evaluasi), TRIBON dan CADMATIC (sistem informasi & aplikasi *engineering*), dan MAGIC (sistem informasi SDM) namun sayangnya belum saling terintegrasi satu sama lain. Permasalahan sistem informasi yang ada di PT. PAL adalah software dan hardware yang tergolong cukup lama serta Infrastruktur jaringan belum dikembangkan, sedangkan utilisasi perangkat komputer semakin meningkat selain perkembangan teknologi software terus update dan bertambah.

Pada era revolusi industri keempat, sistem informasi yang terintegrasi menjadi hal yang penting dan sangat dibutuhkan. Untuk mengintegrasikan aktifitas-aktifitas dalam proses pembangunan kapal dapat dilakukan secara terpusat pada sebuah sistem informasi terintegrasi. Pengembangan Teknologi Informasi di PT. PAL Indonesia diharapkan mampu mencapai tujuan sebagai berikut :

- Data yang ada bisa transparan, akurat dan terpadu sehingga menunjang dalam pengambilan keputusan
- Adanya ruang pengendali yang mampu memonitor kinerja perusahaan
- Input data cukup satu kali untuk menghasilkan berbagai laporan
- Karena sistem terintegrasi, laporan bisa dibuat dengan mudah dan cepat, disamping itu laporan yang dihasilkan bisa digunakan berbagai divisi yang memerlukan
- Pemeliharaan data (TI) lebih mudah karena sudah menggunakan pengolahan dan jenis data base yang tepat
- Sistem baru dengan bantuan vendor (TI) memungkinkan adanya proses kustomisasi sesuai perkembangan teknologi dan bisnis perusahaan

4.3.4. Pengembangan *Orgaware*

Berdasarkan hasil pengukuran, komponen teknologi *orgaware* di PT. PAL Indonesia secara umum sudah mendapat penilaian yang cukup tinggi. Struktur organisasi telah dibagi berdasarkan definisi pekerjaan *hull construction*, *outfitting*, dan *painting* dengan rentang kendali yang yang jelas. PT. PAL Indonesia juga memiliki Standar Manajemen PAL (SMPAL) yang menjadi dasar dalam operasional dan manajemen yang selalu diaudit minimal 1 kali dalam setahun sehingga perusahaan dapat terus menerus melakukan perbaikan pada bidang manajemen. Pada aspek manajemen mutu, PT. PAL Indonesia memiliki standar ISO 9000, ISO 14001, OHSAS 18001, dan SMK3. Arah pengembangan prioritas pada komponen teknologi *orgaware* adalah membentuk suatu divisi atau badan khusus penelitian dan pengembangan guna mewadahi inovasi dan pengembangan teknologi pada masa mendatang untuk mencapai produksi yang cepat, berkualitas, dan dengan biaya rendah.

4.4. Rancangan Implementasi Teknologi Pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs dengan Sistem Modular

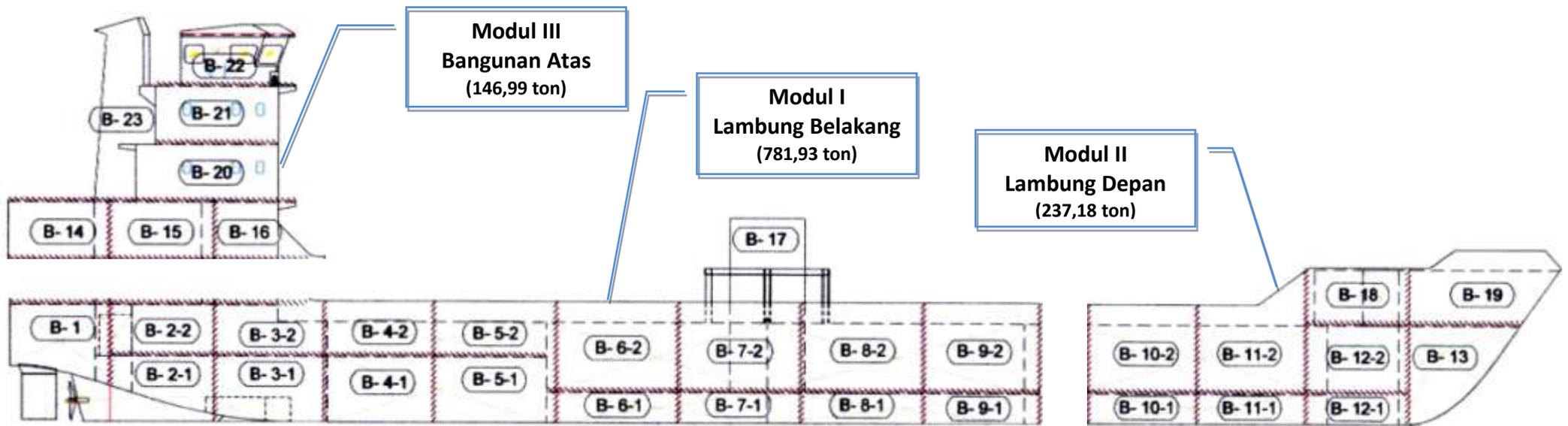
Pada ulasan kajian pustaka, saat ini terdapat 15 unit kapal kontainer 100 TEUs yang sedang dibangun pada 8 galangan kapal di Indonesia dengan 2 desain yang berbeda. Untuk mencapai produksi dengan kualitas yang sama, pembangunan kapal tersebut dapat dilakukan pada 1 galangan kapal secara massal dengan menerapkan sistem modular. Seperti dijelaskan sebelumnya, PT. PAL Indonesia pernah menerapkan teknologi produksi dengan sistem modular pada pembangunan kapal Perusak Kawal Rudal (PKR). Maka dari itu, tahapan-tahapan yang dilakukan pada pembangunan tersebut dapat diadopsi untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara masal.

4.4.1. Perencanaan Pembagian Modul Kapal Kontainer 100 TEUs

Untuk pembangunan kapal kontainer dengan sistem modular, hal yang pertama perlu dilakukan adalah membagi kapal menjadi beberapa modul. Untuk melakukan hal tersebut diperlukan beberapa pertimbangan dan batasan-batasan, antara lain :

1. Berat dari modul menyesuaikan kapasitas alat angkut,
2. Stabilitas modul ketika diapungkan,
3. Posisi modul harus even keel ketika diapungkan.

Berdasarkan pada data ukuran utama dan pembagian blok pada Gambar 2.18 dan Tabel 2.1, serta berdasarkan batasan-batasan dalam sistem modular, maka kapal kontainer 100 TEUs tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 modul utama (lambung belakang, lambung depan, dan bangunan atas), untuk lambung belakang dimaksimalkan beratnya menyesuaikan kapasitas *transporter* dan *pontoon* (1200 ton), sehingga modul depan tidak sampai 300 ton dan dapat diangkat dengan *goliath crane* (300 ton) tanpa perlu diapungkan. Dengan pertimbangan tersebut maka pembagian modul seperti pada Gambar 4.6 berikut :



Gambar 4.6 Pembagian Modul Kapal Kontainer 100 TEUs

Berdasarkan pembagian modul dan data berat konstruksi dapat diperhitungkan berat tiap modul dengan mengasumsikan perbandingan berat konstruksi dengan outfitting sebesar 75:25 pada modul I, 80:20 pada modul II dan modul III. Hasil perhitungan berat masing-masing modul dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut :

Tabel 4.17 Berat total masing-masing modul

Modul	Berat (ton)			Berat Total Modul (ton)
	Ratio	Konstruksi	Outfitting	
I	75 / 25	586.45	195.48	781.93
II	80 / 20	189.74	47.44	237.18
III	80 / 20	117.60	29.40	146.99
Total		893.79	272.32	1166.11

Pembangunan tiap unit kapal dengan sistem modular dapat dimulai pada 3 titik (*starting point*), dimana masing-masing 1 titik pada tiap modul. *Starting point* modul I bisa terdapat pada blok 9-1, modul II pada blok 10-1, dan modul 3 pada blok 16.

Kapasitas panjang *graving dock* yang dimiliki oleh Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia adalah 300 meter, sehingga dapat memuat 3 kapal kontainer 100 TEUs sekaligus dengan panjang masing-masing 74,05 meter.

4.4.2. Tahap Fabrikasi

Dari hasil pengamatan di lapangan, kapasitas terpasang pada bengkel persiapan material dan bengkel fabrikasi mencapai 10 ton/hari. Berdasarkan kapasitas tersebut maka dapat dilakukan estimasi lama waktu pekerjaan fabrikasi untuk pembangunan kapal 3 unit kapal kontainer 100 TEUs secara masal. Dilihat pada pembagian modul, modul I memiliki beban pekerjaan paling besar, maka untuk menyeimbangkan proses pekerjaan modul I akan lebih banyak dibanding modul II dan modul III. Proses pembangunan akan dibagi menjadi 9 *stages* atau tahap dengan 3 titik mulai (*starting point*), masing-masing tahap akan menyelesaikan beberapa blok untuk menyusun modul, tahap tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Perhitungan Waktu Pekerjaan Proses Fabrikasi dengan Kapasitas Terpasang 10 ton/hari

Tahap		Modul I			Modul II	Modul III	Beban 1 kapal (ton)	Beban 3 kapal (ton)	Waktu (hari)
		9-1	9-2						
1	Blok	9-1	9-2		10-1	16			
	Berat(ton)	29.33	32.93		27.14	16.57	105.97	317.91	31.79
2	Blok	8-1	8-2		10-2	15			
	Berat(ton)	30.45	30.84		26.89	21.08	109.26	327.78	32.78
3	Blok	7-1	7-2		11-1	14			
	Berat(ton)	30.71	43.36		21.89	19.15	115.11	345.33	34.53
4	Blok	6-1	6-2		11-2	20			
	Berat(ton)	32.75	29.18		30.08	24.91	116.92	350.76	35.08
5	Blok	5-1	5-2		12-1	21			
	Berat(ton)	56.91	26.75		7.42	16.2	107.28	321.84	32.18
6	Blok	4-1	4-2		12-2	22			
	Berat(ton)	52.72	25.11		25.6	11.67	115.1	345.3	34.53
7	Blok	3-1	3-2	2-1	13	23			
	Berat(ton)	37.05	19.33	24.71	10.23	8.03	99.35	298.05	29.81
8	Blok	2-2	Skeg	1	18				
	Berat(ton)	15.26	2.61	38.39	23.51		79.77	239.31	23.93
9	Blok	17			19				
	Berat(ton)	28.08			17.01		45.09	135.27	13.53
Total		586.45			189.74	117.60	893.85	2681.5	268.16

Dari hasil perhitungan pada Tabel di atas, waktu yang dibutuhkan untuk proses fabrikasi 3 unit kapal kontainer 100 TEUs adalah 268,16 hari atau dibulatkan 269 hari. Dengan waktu kerja galangan 6 hari/minggu maka proses fabrikasi dapat selesai dalam 45 minggu.

Proses berikutnya yaitu *sub-assembly* dapat dilakukan setelah material *piece-part* hasil fabrikasi telah terkumpul. Dalam kasus ini diasumsikan *piece parts* tahap 1 akan selesai pada 31,79 hari atau dibulatkan 32 hari, maka proses *sub-assembly* akan dilakukan pada hari ke 33 atau pada minggu ke-5.

4.4.3. Tahap Perakitan Sub-blok (*Sub Assembly*)

Dari hasil pengamatan di lapangan, kapasitas terpasang pada bengkel *sub-assembly* mencapai 6200 ton/tahun atau 19 ton/hari. Namun, dari penelitian yang pernah dilakukan menyebutkan bahwa persentase produktifitas pada bengkel *sub-assembly* Divisi Kapal Niaga adalah sebesar 75,08% (Jatmiko, 2008).

Berdasarkan kapasitas tersebut maka dapat dilakukan estimasi lama waktu pekerjaan *sub-assembly* untuk pembangunan kapal 3 unit kapal kontainer 100 TEUs secara masal.

Tabel 4.19 Perhitungan Waktu Pekerjaan Proses *Sub-assembly* dengan Kapasitas Terpasang 19 ton/hari

Tahap		Modul I			Modul II	Modul III	Beban 1 kapal (ton)	Beban 3 kapal (ton)	Waktu (hari)
		9-1	9-2						
1	Blok	9-1	9-2		10-1	16			
	Berat(ton)	29.33	32.93		27.14	16.57	105.97	317.91	16.73
2	Blok	8-1	8-2		10-2	15			
	Berat(ton)	30.45	30.84		26.89	21.08	109.26	327.78	17.25
3	Blok	7-1	7-2		11-1	14			
	Berat(ton)	30.71	43.36		21.89	19.15	115.11	345.33	18.18
4	Blok	6-1	6-2		11-2	20			
	Berat(ton)	32.75	29.18		30.08	24.91	116.92	350.76	18.46
5	Blok	5-1	5-2		12-1	21			
	Berat(ton)	56.91	26.75		7.42	16.2	107.28	321.84	16.94
6	Blok	4-1	4-2		12-2	22			
	Berat(ton)	52.72	25.11		25.6	11.67	115.1	345.3	18.17
7	Blok	3-1	3-2	2-1	13	23			
	Berat(ton)	37.05	19.33	24.71	10.23	8.03	99.35	298.05	15.69
8	Blok	2-2	Skeg	1	18				
	Berat(ton)	15.26	2.61	38.39	23.51		79.77	239.31	12.60
9	Blok	17			19				
	Berat(ton)	28.08			17.01		45.09	135.27	7.12
Total		586.45			189.74	117.60	893.85	2681.5	141.13

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.19, waktu yang dibutuhkan untuk proses *sub-assembly* 3 unit kapal kontainer 100 TEUs adalah 141,13 hari atau dibulatkan 142 hari. Dengan waktu kerja galangan 6 hari/minggu maka proses fabrikasi dapat selesai dalam 24 minggu. Akan tetapi, dengan mempertimbangkan persentase produktifitas sebesar 75,08% dan juga karena proses fabrikasi membutuhkan waktu 45 minggu dan proses *sub-assembly* akan dimulai pada minggu ke-5 setelahnya, maka kapasitas workshop tidak terpakai penuh atau kapasitas yang digunakan menjadi 10,6 ton/hari. Oleh karena itu, waktu yang dibutuhkan untuk proses *sub-assembly* menjadi 42 minggu.

Proses berikutnya yaitu *block-assembly* dapat dilakukan setelah material panel hasil *sub-assembly* telah terkumpul. Dalam kasus ini diasumsikan panel tahap 1 akan selesai pada 16,73 hari atau dibulatkan 17 hari, maka proses *block-assembly* akan dilakukan pada hari ke 18 atau pada minggu ke-3 setelah dimulainya pekerjaan *sub-assembly*.

4.4.4. Tahap Perakitan Blok (*Block Assembly*)

Dari hasil pengamatan di lapangan, kapasitas terpasang pada bengkel *block-assembly* mencapai 14.700 ton/tahun atau 40 ton/hari. Namun, dari penelitian yang pernah dilakukan menyebutkan bahwa persentase produktifitas pada bengkel *block-assembly* Divisi Kapal Niaga adalah sebesar 71,53% (Jatmiko, 2008). Berdasarkan kapasitas tersebut maka dapat dilakukan estimasi lama waktu pekerjaan *block-assembly* untuk pembangunan kapal 3 unit kapal kontainer 100 TEUs secara masal.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.20, waktu yang dibutuhkan untuk proses *block-assembly* 3 unit kapal kontainer 100 TEUs adalah 67,04 hari atau dibulatkan 68 hari. Dengan waktu kerja galangan 6 hari/minggu maka proses fabrikasi dapat selesai dalam 12 minggu. Akan tetapi, dengan mempertimbangkan persentase produktifitas sebesar 71,53% dan juga karena proses *sub-assembly* membutuhkan waktu 42 minggu dan proses *block-assembly* akan dimulai pada minggu ke-3 setelahnya, maka kapasitas workshop tidak terpakai penuh atau kapasitas yang digunakan menjadi 10,9 ton/hari. Oleh karena itu, waktu yang dibutuhkan untuk proses *sub-assembly* menjadi 41 minggu.

Tabel 4.20 Perhitungan Waktu Pekerjaan Proses *Block-assembly* dengan Kapasitas Terpasang 40 ton/hari

Tahap		Modul I			Modul II	Modul III	Beban 1 kapal (ton)	Beban 3 kapal (ton)	Waktu (hari)
		9-1	9-2						
1	Blok	9-1	9-2		10-1	16			
	Berat(ton)	29.33	32.93		27.14	16.57	105.97	317.91	7.95
2	Blok	8-1	8-2		10-2	15			
	Berat(ton)	30.45	30.84		26.89	21.08	109.26	327.78	8.19
3	Blok	7-1	7-2		11-1	14			
	Berat(ton)	30.71	43.36		21.89	19.15	115.11	345.33	8.63
4	Blok	6-1	6-2		11-2	20			
	Berat(ton)	32.75	29.18		30.08	24.91	116.92	350.76	8.77
5	Blok	5-1	5-2		12-1	21			
	Berat(ton)	56.91	26.75		7.42	16.2	107.28	321.84	8.05
6	Blok	4-1	4-2		12-2	22			
	Berat(ton)	52.72	25.11		25.6	11.67	115.1	345.3	8.63
7	Blok	3-1	3-2	2-1	13	23			
	Berat(ton)	37.05	19.33	24.71	10.23	8.03	99.35	298.05	7.45
8	Blok	2-2	Skeg	1	18				
	Berat(ton)	15.26	2.61	38.39	23.51		79.77	239.31	5.98
9	Blok	17			19				
	Berat(ton)	28.08			17.01		45.09	135.27	3.38
Total		586.45			189.74	117.60	893.85	2681.5	67.04

Proses berikutnya yaitu *modul-assembly* dapat dilakukan setelah blok-blok hasil perakitan blok telah terkumpul. Dalam kasus ini diasumsikan perakitan blok tahap 1 dan 2 akan selesai pada 17 hari, maka proses *modul-assembly* akan dilakukan pada hari ke 18 atau pada minggu ke-4 setelah dimulainya pekerjaan *block-assembly*.

4.4.5. Tahap Perakitan Modul (*Module Assembly*) dan *Erection*

Proses perakitan modul dapat juga disebut sebagai perakitan *ring-block* atau pun *grand-block*. Dari hasil pengamatan di lapangan tidak didapatkan angka pasti untuk kapasitas terpasang perakitan modul, maka kapasitas diasumsikan sama dengan kapasitas terpasang pada bengkel *block-assembly* yang mencapai 14.700 ton/tahun atau 40 ton/hari. Namun, dari penelitian yang pernah dilakukan menyebutkan bahwa persentase produktifitas pada bengkel *block-assembly* Divisi Kapal Niaga adalah sebesar 71,53% (Jatmiko, 2008). Berdasarkan kapasitas

tersebut maka dapat dilakukan estimasi lama waktu pekerjaan *modul-assembly* untuk pembangunan kapal 3 unit kapal kontainer 100 TEUs secara masal.

Tabel 4.21 Perhitungan Waktu Pekerjaan Proses *modul-assembly* dengan Kapasitas Terpasang 40 ton/hari

Tahap		Modul I			Modul II	Modul III	Beban 1 kapal (ton)	Beban 3 kapal (ton)	Waktu (hari)
		9-1	9-2						
1	Blok	9-1	9-2		10-1	16			
	Berat(ton)	29.33	32.93		27.14	16.57	105.97	317.91	7.95
2	Blok	8-1	8-2		10-2	15			
	Berat(ton)	30.45	30.84		26.89	21.08	109.26	327.78	8.19
3	Blok	7-1	7-2		11-1	14			
	Berat(ton)	30.71	43.36		21.89	19.15	115.11	345.33	8.63
4	Blok	6-1	6-2		11-2	20			
	Berat(ton)	32.75	29.18		30.08	24.91	116.92	350.76	8.77
5	Blok	5-1	5-2		12-1	21			
	Berat(ton)	56.91	26.75		7.42	16.2	107.28	321.84	8.05
6	Blok	4-1	4-2		12-2	22			
	Berat(ton)	52.72	25.11		25.6	11.67	115.1	345.3	8.63
7	Blok	3-1	3-2	2-1	13	23			
	Berat(ton)	37.05	19.33	24.71	10.23	8.03	99.35	298.05	7.45
8	Blok	2-2	Skeg	1	18				
	Berat(ton)	15.26	2.61	38.39	23.51		79.77	239.31	5.98
9	Blok	17			19				
	Berat(ton)	28.08			17.01		45.09	135.27	3.38
Total		586.45			189.74	117.60	893.85	2681.5	67.04

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.21, waktu yang dibutuhkan untuk proses *modul-assembly* 3 unit kapal kontainer 100 TEUs adalah 67,04 hari atau dibulatkan 68 hari. Dengan waktu kerja galangan 6 hari/minggu maka proses fabrikasi dapat selesai dalam 11 minggu. Akan tetapi, dengan mempertimbangkan persentase produktifitas sebesar 71,53% dan juga karena proses *sub-assembly* membutuhkan waktu 42 minggu dan proses *block-assembly* akan dimulai pada minggu ke-3 setelahnya, maka kapasitas workshop tidak terpakai penuh atau kapasitas yang digunakan menjadi 10,9 ton/hari. Oleh karena itu, waktu yang dibutuhkan untuk proses *modul-assembly* menjadi 41 minggu.

Proses berikutnya yaitu *erection* atau penyatuan modul dapat dilakukan setelah modul hasil perakitan modul telah terkumpul.

Sebelum dilakukan penyambungan modul, dilakukan akurasi kontrol dengan alat “*multistation*” untuk mengukur dan mensimulasikan penyambungan modul, sehingga dapat dilakukan penyesuaian bentuk dan ukurannya sebelum disambung. Skema pengangkutan modul sebelum *erection* adalah menggunakan transporter berkapasitas 1000 ton. Modul I yang telah siap diapungkan dengan memasang sekat kedap sementara akan dibawa menggunakan transporter menuju *pontoon* untuk diletakan di atasnya, kemudian *pontoon* tersebut ditenggelamkan hingga modul dapat terapung dan ditarik dengan menggunakan *tugboat* untuk di letakan pada *graving dock*. Untuk mencapai stabilitas pada saat modul I diapungkan dan posisi even keel digunakan *ballast* dengan kantong-kantong berisi air yang diletakan di dalam kontainer di atas geladak modul, karena *ballast* dengan menggunakan air bisa sangat akurat dibanding beton, pelat, atau lainnya. Selanjutnya, pengangkutan modul II dan III dengan berat tidak mencapai 300 ton maka cukup dengan menggunakan *goliath crane*.

4.4.6. Rancangan Jadwal Pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs Secara Masal

Untuk melakukan rancangan jadwal pembangunan kapal, sebelumnya ditentukan waktu kerja. Seperti disebutkan sebelumnya, waktu kerja diasumsikan 6 hari/minggu dan 8 jam/hari.

Proses pembangunan dimulai dengan persiapan material, yaitu pelurusan plat, pembersihan material dengan *blasting*, dan pengecatan *shop primer*. Kemudian material yang telah siap akan diproses fabrikasi yaitu penandaan (*marking*), dan pemotongan (*cutting*), serta penekukan (*bending*) untuk panel yang melengkung (*curved panel*). Berdasarkan perhitungan sebelumnya waktu yang dibutuhkan untuk fabrikasi *piece parts* 3 unit kapal dibutuhkan waktu 45 minggu dan dimulai pada minggu pertama bulan Januari. Skema proses fabrikasi dilakukan 9 tahap, tiap tahap memproduksi *piece part* untuk 12 blok untuk 3 unit kapal dengan bobot total rata-rata 300 ton.

Proses berikutnya adalah perakitan panel sub-blok (*sub-block assembly*), yaitu penggabungan *piece parts* menjadi bentuk panel 3 dimensi. Untuk panel yang melengkung dilakukan pada *curved panel line*, sedangkan panel datar dilakukan pada *flat panel line*. Proses perakitan panel dimulai setelah *piece part* untuk pembentukan panel selesai difabrikasi, di mana fabrikasi tahap 1 untuk pembangunan 3 blok 9-1 dan 3 blok 9-2 (untuk Modul I), 3 blok 10-1 (untuk Modul II), dan 3 blok 16 (untuk Modul III) selesai dalam 5 minggu, maka proses perakitan panel sub-blok (*sub-assembly*) dapat dimulai pada minggu ke-5 yang jatuh pada minggu ke-1 bulan Februari. Berdasarkan hasil tinjauan, kapasitas terpasang pada proses *sub-assembly* di Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia adalah 19 ton/hari, maka proses *sub-assembly* dapat diselesaikan dalam 24 minggu. Akan tetapi, karena mempertimbangkan proses fabrikasi yang baru akan selesai dalam 45 minggu dan untuk menyeimbangkan proses serta menyeimbangkan beban pekerjaan dan jam orang, maka proses *sub-assembly* dilakukan dalam waktu 42 minggu, sehingga kapasitas terpasang yang digunakan hanya 10,6 ton/hari.

Setelah panel sub-blok dibentuk, maka proses berikutnya adalah menggabungkan panel-panel sub-blok menjadi blok (*block-assembly*). Perakitan blok di area bengkel memungkinkan untuk memutar balik blok sehingga pengelasan dapat lebih mudah dan kualitas lebih baik dengan *downhand*. Blok bagian yang melengkung seperti blok bagian bawah kapal (*double bottom, bilge, keel*) dikerjakan pada *curved panel line*, sedangkan blok bagian yang lurus seperti blok bagian atas kapal (*deck, side, superstructure*) dikerjakan pada *flat panel line*. Proses perakitan blok mulai dilakukan setelah panel sub-blok (*sub-assembly*) tahap 1 selesai diproduksi, di mana proses tersebut selesai dalam 3 minggu. Oleh karena itu, proses perakitan blok dimulai pada minggu ke-3 setelah proses *sub-assembly* yaitu pada minggu ke-3 bulan Februari. Berdasarkan hasil tinjauan, kapasitas terpasang pada proses *block-assembly* di Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia adalah 40 ton/hari, maka proses *block-assembly* dapat diselesaikan dalam 12 minggu. Akan tetapi, untuk menyeimbangkan proses serta menyeimbangkan beban pekerjaan dan jam orang, maka proses *block-assembly*

dilakukan dalam waktu 41 minggu, sehingga kapasitas terpasang yang digunakan hanya 10,9 ton/hari. Skema tahapan pembangunan dapat dilihat pada Lampiran 5.

Berikutnya, setelah blok-blok selesai dirakit, blok-blok tersebut digabungkan menjadi *grand-block* atau modul (*modul assembly*). Perakitan modul terintegrasi dengan pemasangan *equipment & outfitting* seperti pemasangan mesin penggerak, mesin bantu, peralatan elektrik, perpipaan, peralatan, dan perlengkapan lainnya, serta terintegrasi juga dengan proses pengecatan. Proses perakitan modul mulai dilakukan setelah blok tahap 1 dan 2 selesai diproduksi, di mana proses tersebut selesai dalam 3 minggu. Oleh karena itu, proses perakitan blok dimulai pada minggu ke-3 setelah proses *block-assembly* yaitu pada minggu ke-2 bulan Maret. Berdasarkan hasil tinjauan, kapasitas terpasang pada proses *modul-assembly* di Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia adalah 40 ton/hari, maka proses *modul-assembly* dapat diselesaikan dalam 12 minggu. Akan tetapi, untuk menyeimbangkan proses serta menyeimbangkan beban pekerjaan dan jam orang, dan karena terintegrasi dengan proses *outfitting*, maka proses *modul-assembly* dilakukan dalam waktu 41 minggu, sehingga kapasitas terpasang yang digunakan hanya 10,9 ton/hari. Setelah modul selesai dirakit, *equipment & outfit* pada modul telah terpasang, dan pengecatan akhir telah dilakukan, maka dilakukan uji coba terhadap peralatan dan perlengkapan, dan setelah itu proses *erection* di *graving dock* dapat dilakukan dengan waktu yang dibutuhkan kurang lebih 5 minggu.

Dari hasil perhitungan waktu tahapan yang dilakukan sebelumnya maka dapat dibuat *timeline* berupa *bar-chart* yang dapat mendeskripsikan penjadwalan secara garis besar. Untuk pembangunan 3 unit kapal kontainer secara masal atau paralel membutuhkan waktu 64 minggu. Ilustrasi rancangan penjadwalan dapat dilihat pada *Bar-chart* pada Tabel 4.22. :

4.5. Pembahasan Hasil

Pembangunan kapal kontainer 100 TEUs dengan teknologi modular memiliki kelebihan dibanding pembangunan kapal dengan sistem blok kecil. Pada Bab 2 telah dijelaskan implementasi PWBS dengan blok kecil dan dengan teknologi modular. Mengingat *graving dock* merupakan investasi pada galangan kapal dengan nilai yang besar, maka penggunaannya harus efektif dan efisien. Pembangunan dengan teknologi modular pada kapal kontainer 100 TEUs dilakukan dengan membagi kapal menjadi 3 modul atau *grand block*, dengan teknologi modular ini dapat mempersingkat waktu pengerjaan pada area *graving dock* di PT. PAL Indonesia karena terdapat pekerjaan *grand block assembly* atau *module assembly* yang dilakukan di area bengkel. Pada proses *module assembly* terintegrasi juga dengan proses *outfitting* dan *painting*, sehingga modul yang dibangun telah terpasang perlengkapan, peralatan, permesinan, dan telah dicat akhir. Pekerjaan pada area bengkel juga dapat meningkatkan kenyamanan bekerja dan hal ini akan berpengaruh pada kualitas pekerjaan yang baik. Selain itu, pembangunan dengan teknologi modular dapat mengurangi transportasi blok-blok kecil dari area bengkel ke area *graving dock* karena perakitan berikutnya tetap dilakukan pada area bengkel, hal ini berarti mengurangi *waste* dari aktivitas yang tidak bernilai tambah.

Dari berbagai kelebihan teknologi modular tersebut memungkinkan untuk membangun kapal kontainer 100 TEUs secara massal. Pembangunan kapal massal secara paralel dapat mengurangi variasi pekerjaan dengan menggabungkan pekerjaan-pekerjaan yang serupa menjadi satu proses. Sebagai contoh, pembangunan 3 buah kapal yang identik secara paralel akan membuat sedikitnya 3 buah *piece part* yang sama, sehingga produksi *piece part* yang sama dapat dilakukan dalam sekali penyetelan mesin potong.

Penggunaan teknologi modular dalam pembangunan kapal memiliki keterkaitan dengan dengan luas area bengkel dan kapasitas alat angkat. Dibutuhkan area bengkel yang lebih luas untuk merakit modul dan alat angkat yang sanggup memindahkan modul. Oleh karena itu, ukuran kapal juga mempengaruhi bisa atau tidaknya kapal dibangun dengan teknologi modular pada

galangan kapal. Semakin besar ukuran kapal, maka semakin besar area bengkel dan kapasitas alat angkut yang dibutuhkan. Apabila luas area bengkel dan kapasitas alat angkut pada galangan kapal tidak memenuhi untuk membangun kapal dengan teknologi modular, maka perlu dilakukan analisis ekonomis untuk mengetahui kelayakan pengembangan galangan kapal untuk membangun kapal secara modular. Dari hasil pengukuran kesiapan teknologi, PT. PAL Indonesia memenuhi persyaratan untuk membangun kapal dengan teknologi modular. PT. PAL Indonesia memiliki area yang luas, *graving dock* dengan panjang 300 meter, dan kapasitas alat angkut hingga 1000 ton, maka memungkinkan pembangunan 3 unit kapal kontainer 100 TEUs sekaligus secara paralel dengan teknologi modular.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil studi pengukuran kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia untuk pembangunan kapal kontainer secara paralel dengan teknologi modular yang telah dilakukan dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada prinsipnya, pembangunan kapal dengan *modular system* merupakan implementasi dan pengembangan dari tahapan *Grand Block Joining* sesuai konsep PWBS, di mana pada *modular system* penggabungan beberapa *block* menjadi sebuah *ring block* atau juga dapat disebut sebagai modul yang lengkap dengan *equipment & outfitting* (E/O). Pembangunan modul dilakukan pada area bengkel, sehingga dibutuhkan area bengkel yang lebih luas dan kapasitas *material handling* yang lebih besar untuk mengangkat modul dari area bengkel ke *building berth*. Oleh karena itu, pembangunan kapal dengan teknologi *modular system* memerlukan proses desain yang mempertimbangkan pembagian modul, pembagian sistem, dan pada kasus tertentu juga perlu mempertimbangkan stabilitas modul untuk diapungkan. Dengan penerapan teknologi PWBS yang lebih *advance* akan meningkatkan produktivitas galangan kapal dan mempengaruhi daya saing galangan kapal nasional.
2. Secara umum dari hasil pengukuran kesiapan komponen teknologi (nilai TCC) di PT. PAL Indonesia untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara modular sebesar 0,806 (skala 0-1), dapat dikatakan cukup siap untuk melakukan pembangunan beberapa kapal kontainer 100 TEUs secara massal dengan sistem modular guna memenuhi kebutuhan kapal kontainer di Indonesia.
3. Berdasarkan hasil pengukuran dengan metode teknometrik, untuk meningkatkan kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia perlu beberapa pengembangan dan perbaikan minor yang dilakukan, antara lain, penyelesaian masalah sinkronisasi software, perbaikan fasilitas produksi,

dan pemanfaatan area untuk penambahan *buffer area* dan akses cepat menuju *shiplift*, melakukan *transfer of technology* kepada SDM, mengintegrasikan sistem informasi, dan membentuk badan penelitian dan pengembangan.

Untuk tahapan pembangunan kapal kontainer 100 TEUs dapat dilakukan secara paralel 3 unit kapal sekaligus dengan teknologi modular. Tiap kapal dibagi menjadi 3 modul, yaitu modul I (lambung belakang), modul II (lambung depan), dan modul III (bangunan atas). Waktu yang diperlukan untuk pengerjaan 3 unit kapal tersebut secara paralel diperlukan waktu 64 minggu dengan asumsi waktu kerja 8 jam/hari dan 6 hari/minggu.

5.2. Saran

Dari hasil studi ini dapat memberikan saran kepada pihak galangan, pihak yang berkepentingan, maupun untuk studi selanjutnya. Saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Pihak galangan PT. PAL Indonesia dapat melakukan tinjauan kembali terkait pengembangan dan perbaikan yang direkomendasikan berdasarkan hasil pengukuran kesiapan teknologi, khususnya untuk pembangunan kapal kontainer 100 TEUs secara massal dengan teknologi modular.
2. Perlu dilakukan penyederhanaan dan tinjauan lanjutan pada kriteria penilaian *state of the art* model teknometrik yang telah dilakukan agar proses pengukuran kesiapan teknologi dapat lebih ringkas dan dapat dijadikan standar acuan pengukuran pada galangan lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, J.W. (2006), “Modular payload ships: 1975–2005”, *Proceedings, ASNE Engineering the Total Ship Symposium*, ETS, May 1–3, Arlington, VA.
- Arif, M.S. (2014), *Analisis Produktivitas Galangan BUMN dan Swasta Menggunakan Pendekatan Pengukuran Produktivitas Multifaktor*, Tesis Program Magister Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Bertram, V. (2005), “Modularization of Ships”, *Report within the framework of Project ‘Intermodule’ s/03/G IntermareC*, France.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, (2012), “Panduan Pengukuran Tingkat Kesiapan Teknologi : Tekno-Meter”, BPPT, Jakarta
- Bruce, G., Nielsen, T. (2003), “More effective planning of early ship outfitting”, *SNAME World Maritime Technology Conference.*, San Francisco, hal. 1-8
- Chirillo. (1983), *Integrated Hull Construction Outfitting and Painting*, US-NSRP Programs, Washington.
- Dugnas, K., Oterhals, O. (2008), “State-of-the-art Shipbuilding: Towards Unique and Integrated Lean Production Systems”, *Proceedings for The 16th Annual Conference of The International Group for Lean Construction*, hal. 321-331.
- Doerry, N.H. (2014), “Institutionalizing Modular Adaptable Ship Technologies”, *SNAME Journal of Ship Production and Design*, Vol. 30, No. 3, hal. 125-141.
- El-Namrouty, K.A., Abushaaban, M.S. (2013), “Seven Wastes Elimination Targeted by Lean Manufacturing”, *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, Vol. 2013:1(2), hal. 68-80.

- Eyres, D.J. (2007), *Ship Construction Sixth edition*, Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford.
- Jatmiko, S., Chrismianto, D. (2008), *Kajian Teknis Penggunaan Metode Full Outfitting Block System (FOBS) pada Produksi Pembangunan Kapal Box Shape Block Carrier (Bsbk) M 229/230 Kapasitas 50.000 DWT di PT. PAL Indonesia*, Teknik Perkapalan UNDIP, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kementrian Perindustrian RI. (2015), “Pengembangan Industri Komponen Perkapalan Dalam Rangka Mendukung Industri Galangan Kapal Nasional”, Dipresentasikan : *FGD KADIN IKM Expo 3 Desember 2015*: Jakarta
- Kolich, D., Storch, R.L., Fafandjel, N. (2011), “Lean Manufacturing in Shipbuilding with Monte Carlo Simulation”, International Conference on Computer Application in Shipbuilding, Trieste, Italy.
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., Tommelein, I. (2002), ”The Foundation onf Lean Costruction”, *Design and Construction: Building in Value*, Elsevier, Oxford.
- Ma’ruf, B., Okumoto, Y., Widjaja, S. (2006), “Environment-Based Strategic Management Model for Indonesia’s Medium-Sized Shipyards”, *Journal of Ship Production*, SNAME-USA, 22/4, hal. 195-202
- Ma’ruf, B. (2014), ”Aplikasi Manajemen dan Teknologi untuk Mendorong Daya Saing Industri Kapal dan Industri Pelayaran Nasional”, *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXI*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Misra, S.C., Sha, O.P., Gokarn, R.P. (2002), ”Modularized ship designs for competitive construction in India”, *Trans. SNAME*, Vol. 110, hal. 279-299
- Nazaruddin. (2008), *Manajemen Teknologi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

- OECD. (2002), "Compensated Gross Tonnage (CGT) factors", OECD (*Organization for Economic Cooperative Development*). France.
- Pribadi, T.W. (1991), *Batch Production System for Indonesia Standard Ship*. Tesis University of Strathclyde. Glasgow
- Perez, R., Gonzalez, C., Sanchez, F., Alonso, F. (2015), "Modularity In Shipdesign And Construction", SENER Spain, Madrid.
- Roesdianto, T. (2015), "Dampak Pemberdayaan Industri Galkapnas Terhadap Industri Penunjang", Dipresentasikan : *FGD KADIN IKM Expo 3 Desember 2015*: Jakarta.
- Rowe, M. (2013), "Shipbuilding Market Overview", *Presentation to Marine Money HK – 19th March 2013*. Clarkson Asia. Hongkong.
- Schlott, H.W. (1980), "Shipbuilding Technology". Lecture Notes.
- Sharif, N.(1991), *Measuring Contribution of Technology for Policy Analysis*, School of Management Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Storch, R.L., Hammon, C.P., Bunch, H.M., Moore, R.C. (1995). *Ship Production : Second Edition*. SNAME. New Jersey City.
- UNESCAP. (1988). *Technology Content Assessment*. Volume 2, Bengalore : APCTT
- UNESCAP. (1988). *Technology Atlas Project : A Framework for Technology-Based Development Technology Capability Assessment*, Bengalore : APCTT

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1.

Tinjauan Lapangan Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia (Persero)

1.a. Fasilitas pada Departemen Hull Construction Divisi Kapal Niaga

Untuk menunjang kegiatan produksi yang dilakukan pada Divisi Kapal Niaga, tentunya diperlukan fasilitas-fasilitas penunjang yang memadai.

Tugas-tugas yang diemban departemen ini dibagi-bagi menjadi beberapa bagian yang masing-masing bagian dipikul oleh person-person yang ada dalam Departemen *Hull Construction (HC)*.

Ada tujuh tahapan pengerjaan konstruksi lambung kapal. Masing-masing tahap dikerjakan pada pos-pos yang dipimpin oleh seorang kepala bengkel. Tujuh pos pengerjaan konstruksi lambung tersebut adalah seperti di bawah ini :

1. Gudang Penyimpanan (*Steel Stock House*)

Gudang ini merupakan tempat penampungan / penyimpanan material yang diperlukan untuk pembangunan konstruksi lambung. Misalnya untuk penyimpanan pelat dan untuk penyimpanan profil, seperti pada Gambar II.1. Spesifikasi gudang penyimpanan ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas : 4000 ton plat & 1300 ton profil
- b. Luas bangunan : 8120 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 1 unit *Shot Blasting & Painting Machine*

Kapasitas 10 plat / hari dengan lebar maksimum 3.6 m.

- b. 1 unit *Plate Straightening Roller*

Kapasitas 3,6 m (lebar) x 16 mm (tebal)

- c. 1 unit *Chain Conveyor 10T*

Kapasitas 28 kg / mm²



Gambar 1. *Steel Stock House Plat & Profile*



Gambar 2. *Straightening Roller, Shot Blasting & Painting Machine*

2. Bengkel Fabrikasi (*Fabrication Shop*)

Dalam bengkel ini dilakukan beberapa pengerjaan yaitu penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), serta pembengkokan (*bending*) pelat maupun profil. Spesifikasi Bengkel Fabrikasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 16300 ton / tahun

Dengan perincian 12.300 ton pelat / tahun & 4.000 ton profil / tahun.

- b. Luas bangunan : 8.425 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 1 unit *NC Gas cutting machine 2 torch for plate*

Kapasitas ketebalan pelat yang bisa dipotong 3,5 mm - 60 mm.

- b. 1 unit *NC Plasma cutting machine 2 torch for plate*

Kapasitas ketebalan pelat yang bisa dipotong 3.5 mm - 75 mm, seperti yang terlihat pada Gambar II.4. Gambar tersebut menggambarkan proses pemotongan pelat dengan menggunakan *NC Plasma cutting machine 2*

torch for plate. Tampak bahwa pelat yang akan dipotong direndam dalam air tawar.

- c. 1 unit *Flame planner 20 torch*
Kapasitas ketebalan pelat yang bisa dipotong 5 - 50 mm. Mesin ini berfungsi untuk memotong secara lurus pelat-pelat yang diumpankan pada nozel pemotong.
- d. 1 unit *NC Frame marker*
Kapasitas lebar pelat 3 m dan panjang 15 m.
- e. 1 unit *Hydraulic press machine 1000T*
Kapasitas kuat tekan 100-1000 ton,.
- f. 1 unit *Hhydraulic press machine 500T*
Kapasitas kuat tekan 50-500 ton
- g. 1 unit *Three roll bend machine 1500T*
Kapasitas tebal pelat yang bias diroll 25 mm dengan lebar 1500 mm.
- h. 1 unit *Frame bending machine 400T*
Kapasitas *frame* / profil yang bisa dikerjakan 550 mm x 150 mm
- i. 1 unit *Bending table & cutting table*
- j. 11 units *Conveyor & transverser*
- k. 2 units *Overhead crane 10 T*
Kapasitas angkat 10 ton dengan ketinggian maksimum 38m
- l. 2 units *Overhead crane 5 T*
Kapasitas angkat 5 ton dengan ketinggian maksimum 38 m
- m. 2 units *Portal crane 3 T*
Kapasitas angkat 3 T dengan ketinggian maksimum 5,7 m
- n. 2 units *Portal crane 5 T*
Kapasitas angkat 5 ton dengan ketinggian maksimum 7,2 m
- o. 1 unit *Gantry crane 1,5 T*
Kapasitas angkat 1,5 ton dengan ketinggian maksimum 11 m
- p. 1 unit *Jib crane 0.5 T*
Kapasitas angkat 0.5 ton dengan ketinggian maksimum 10 m



Gambar 3. *Hhydraulic press machine & NC Gas cutting*



Gambar 4. *Hhydraulic press machine & NC Gas cutting*



Gambar 5. *NC Plasma cutting*

3. Bengkel *Sub Assembly (Sub Assembly Shop)*

Pada bengkel ini material yang sudah di fabrikasi disusun menjadi blok-blok dengan berat maksimum 10 ton. Spesifikasi Bengkel *Sub Assembly* ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 6200 ton / tahun
- b. Luas bangunan : 8600 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. *Small panel line*, mesin-mesin yang ada adalah :

- *Floor mount equipment*
- *Mobile web gantry*
- *Fillet weld gantry*
- *FBC one side weld station*

Kapasitas ketebalan yang bisa dikerjakan adalah 5-16 mm

- b. *Mobile stiffener gantry*
- c. *Conveyor system*
- d. *Fabrication line A/B*, mesin-mesin yang ada adalah :
 - *Service weld gantry*
 - *Lathe floor*
- e. *Profile build up line*, mesin-mesin yang ada adalah :
 - *Welding unit*
 - *Turning equipment*
 - *Straightening*
 - *Roller conveyor*
- f. 2 units *Overhead Crane 10 T*



Gambar 6. *One side weld & Mobile stiffener gantry*

4. Bengkel *Assembly (Assembly Shop)*

Bengkel ini mempunyai satu *flat panel* seperti konstruksi dasar, konstruksi sisi, konstruksi geladak termasuk flat ganda konstruksi lambung, satu lintasan *curved panel* seperti *fore-shell* atau *aft-shell* blok konstruksi dan *lattice floor* yang digunakan untuk perakitan konstruksi besi. Berat maksimal blok 150 ton. Spesifikasi Bengkel *Assembly* ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 14700 ton / tahun
- b. Luas bangunan : 11.610 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

a. *Main panel line*

Kapasitas blok yang bisa dikerjakan dalam bengkel ini 120 ton dengan ukuran maksimum 15 m x 15 m, mesin-mesin yang ada adalah :

- *Tack weld station*, seperti yang terlihat pada Gambar II.7. Pada gambar tersebut sedang dilakukan pengerjaan *tack weld* antara satu pelat dengan pelat yang lain.
- *FBC one side welding*, kapasitas tebal material yang bisa dikerjakan dengan mesin ini adalah 8-25 mm.
- *Fillet weld gantry*
- *Mobile web gantry*
- *Web weld service gantry*
- *Ultra heavy lift*
- *Floor mounted equipment*



Gambar 7. *Main panel line* & Mesin *Tack Weld*

b. *Curved block line*, Kapasitas blok yang bisa dikerjakan 60 T.

Bagian ini mengerjakan untuk blok-blok yang melengkung, seperti ceruk haluan dan ceruk buritan maupun daun kemudi. Sebagian area pengerjaan pada bengkel ini tampak pada Gambar II.8.

Mesin-mesin yang ada adalah :

- *Web weld service grant*
- *Skid floor*
- *Ultra heavy lift*
- *Overhead crane, 20 T, 40 T, 38 T, 30 T*



Gambar 8. *Curve Section Line (CSL)*

5. Bengkel *Grand Assembly*

Bengkel ini digunakan untuk merakit semi blok-semi blok menjadi blok. Sebagian dari bengkel ini dapat dilihat pada Gambar 4.9. Proses pada bengkel ini adalah proses terakhir pembuatan blok, sebelum blok-blok tersebut di-*blasting*, dicat dan dibawa ke dok. Spesifikasi Bengkel *Grand Assembly* ini adalah sebagai berikut :

a. Luas bangunan 3800 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 1 unit *Transver carrier 300 T*
- b. 1 unit *Transver carrier 150 T*
- c. 1 unit *Overhead crane 150 T*
- d. 1 unit *Overhead crane 75 T*



Gambar 9. Bengkel *Grand Assembly*

6. Bengkel Blok Blasting (*Block Blasting Shop*)

Pada bengkel ini dilakukan penembakan blok-blok dengan pasir besi, pembersihan dan pengecatan blok-blok lambung kapal dan perengkapan kapal. Spesifikasi Bengkel *Block Blasting* ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 1300 m^2 ($\pm 2 \times 30$ ton blok *Outfitting* / hari)
- b. Luas bangunan : 1920 m^2

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. *Blasting area*, mesin-mesin yang ada adalah :
 - *Blasting machine*
 - *Dust collector*
- b. *Cleaning area*
- c. *Grit collecting & cleaning system*
- d. *Painting area*, mesin-mesin yang ada adalah :
 - *Painting machine*
 - 4 unit *Dehumidifier for Painting & Cleaning*
- e. 1 unit *Air compressor & air dryer*
- f. 2 units *Hoist crane* dengan kapasitas 2 ton dan ketinggian maksimum 5.5 m
- g. 1 unit *Overhead crane* dengan kapasitas 50 ton.



Gambar 10 *Compressor & Pot blast*



Gambar 11 *Wet Film Thickness*



Gambar 12 *Dry Film Thickness & Airless*

7. *Building Dock*

Fasilitas ini digunakan untuk membangun kapal, dimana blok-blok yang telah dibangun dari bengkel *assembly* dan *grand assembly* disusun menjadi sebuah kapal di Building dock ini. Fasilitas ini tampak pada Gambar II.13, pada gambar tersebut tampak bangunan dok sebelum diletakkan blok-

blok kapal, sehingga terlihat bantalan-bantalan yang telah disusun. Spesifikasi pada *Building dock* ini adalah sebagai berikut:

- a. Bangunan :
 - *Building berth* dengan ukuran 300m x 32m x 10,3 m
 - *Pre-erection* dengan ukuran 100m x 32m x 10,3 m
 - *Erection* dengan ukuran 200m x 32m x 10,3 m
- b. Kapasitas produksi : 15.000 ton / tahun

Sedangkan fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 1 unit *Goliath crane* dengan kapasitas 300 ton dan dengan ketinggian maksimum 80 m, seperti yang tampak pada Gambar II.13. Goliath ini sangat membantu proses pembangunan kapal di graving dok Namun blok yang diangkat dengan crane ini hanya sampai 300 ton.
- b. 1 unit LLC I dengan kapasitas 40 ton dan dengan tinggi maksimum 24 m
- c. 1 unit LLC II dengan kapasitas 20 ton dan dengan tinggi maksimum 40 m
- d. 1 unit LLC III dengan kapasitas 20 ton dan dengan tinggi maksimum 40 m
- e. 3 units *Main pump station* dengan kapasitas pompa 7.200 m³ / jam
- f. *Main & intermediate gate*
- g. *Sliding shelter*
- h. *Welding unit with gondola system*
- i. 6 unit *Mobile telescope plat form*
- j. 4 unit *Mooring winch*
- k. 4 unit *Capstan*
- l. *Vessel carrier*



Gambar 13 *Crane Goliath 300 Ton*

1.b. Fasilitas pada Departemen *Outfitting* Divisi Kapal Niaga

Bertanggung jawab dalam perencanaan, persiapan, pengkoordinasian dan pengontrolan terhadap perlengkapan kapal dan instalasinya seperti pipa, plat, dan lain-lain. Departemen ini mempunyai 9 bengkel dan masing-masing bengkel dikepalai oleh seorang Kepala Bengkel (Kabeng). Berikut ini adalah fasilitas dalam departemen *Outfitting* :

1. Bengkel Galvanis (*Galvanizing Shop*)

Pada awalnya bengkel ini berfungsi untuk galvanisasi & *pickling* pipa. Tetapi karena beberapa pertimbangan proses galvanis tidak dikerjakan lagi pada bengkel ini. Hal ini dikarenakan mahalnya biaya (cost) produksi untuk bahan bakar mesin. Spesifikasinya adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 360 ton/tahun
- b. Luas bangunan : 1320 m²

Sedangkan fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. *Kettle*, dengan ukuran 7.5 m x 1.0 m x 1.5 m
- b. *Pre treatment process*:
 - 1 unit *Degreasing bath*
 - 1 unit *Water rising bath*
 - 2 unit *HCL pickling bath*
 - 1 unit *Fluxing bath*
 - 1 unit *Filter for fluxing bath*
- c. *Galvanizing process*:
 - 1 unit *Kettle*
 - 1 unit *Water quenching bath*
- d. 1 unit *Phosphate treatment bath*
- e. *Anti pollution plant*
- f. 2 unit *Overhead crane 2 T*

2. Bengkel Pallet (*Palletizing Shop*)

Bengkel Pallet berfungsi dalam hal pengumpulan, penyortiran dan penumpukan produk-produk dari bengkel pipa dan bengkel pelat tipis dan material lainnya yang diperlukan untuk instalasi proyek. Bengkel ini juga bertanggung jawab terhadap pengiriman semua material yang dibutuhkan

untuk instalasi pada proyek. Hal yang terpenting dalam bengkel ini adalah pencatatan segala material yang masuk dan keluar dari bengkel ini. Luas bangunan : 3600 m²



Gambar 14 Contoh Material Yang Disimpan

3. Bengkel Pipa

Bengkel ini bertugas untuk mengerjakan material – material yang berupa pipa. Bengkel ini melakukan 2 macam pengerjaan yaitu fabrikasi dan *installing*.

Pengerjaan di bengkel ini dilakukan berdasarkan pada *Cut Length List* yang telah disetujui oleh QC. *Cut Length List* tersebut memuat tentang :

- *Marking dan cutting*
- *Welding*
- *Bending* bila diperlukan bentuk lengkung
- Netral, tanpa *flange* atau sambungan.

Untuk pengerjaan material yang ada yaitu pipa, setiap sebelum dan sesudah proses selalu dilakukan *stamping* yang berguna sebagai *marking* dari material tersebut. *Stamping* itu sendiri memuat: nomor kapal, nomor seri kapal, dan nomor gambar yang telah disetujui oleh QC.

Bengkel ini terbagi dalam 3 line :

- Line 1 : Mengerjakan pipa-pipa yang tidak memerlukan bending
- Line 2 : Mengerjakan pipa-pipa yang memerlukan bending
- Line 3 : Mengerjakan pipa-pipa yang tidak memerlukan bending, namun pada line ini pipa-pipa yang dikerjakan lebih kecil daripada di line 1.



Gambar 15 Mesin Bending Pipa & Flens Pipa



Gambar 16 Pipa yang Telah Ditekuk & Proses Pengelasan Pipa

4. Bengkel Pelat Tipis (*Thin Plate Shop*)

Bengkel ini bertugas dalam pembuatan perlengkapan pada kapal sebagian atau seluruhnya yang terbuat dari besi. Perlengkapan ini misalnya adalah tangga, peralatan tambat kapal, *expansion tank*, pintu-pintu dsb. Spesifikasinya adalah sebagai berikut :

Kapasitas produksi : 360 ton x 3 kapal / tahun = 1080 ton / tahun

- a. Luas bangunan : 2700 m²

Sedangkan fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 2 units *Press brake*

- b. 2 units *Gap shear*
- c. 2 units *Crank press*
- d. 2 units *Positioner*
- e. 2 units *Bending roller*
- f. 1 unit *Cutting machine*
- g. 1 unit *Lathe*
- h. 4 unit *Drilling machine*
- i. 1 unit *Vertical press machine*
- j. 1 unit *Furnace*
- k. 4 units *Hoist crane 3 T*
- l. 1 unit *Vibro shear & access*
- m. 1 unit *Forming roller & access*
- n. 1 unit *Band saw*
- o. 1 unit *Grinder*
- p. 1 unit *G-bolt bender*
- q. 1 unit *Multi working mach.for angle bar*
- r. 5 units *Working table*
- s. 1 unit *Theading machine*
- t. 1 unit *Straightening roller*



Gambar 17 *Cutting machine*



Gambar 18 Contoh Material Hasil Proses Pada Bengkel Pelat Tipis

5. Bengkel Permesinan (*Machine Shop*)

Bengkel ini bertugas dalam pembuatan instrumen dari suatu mesin dan penyetelannya dan penyelesaian pekerjaan dari produk setengah jadi.

Luas bangunan : 2100 m²

Sedangkan fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

a. 4 units *CNC lathe*

Kapasitas mesin, mampu mengerjakan material dengan diameter maksimum 1,1 m, panjang maksimum 11 m dan berat maksimum 16 ton, seperti yang terlihat pada Gambar II.19.

b. 1 unit *CNC vertical lathe*

Kapasitas mesin, diameter maksimum material 1,35 m dengan berat maksimum 5 ton.

c. 2 unit *CNC horizontal bor & mach.*

d. 1 unit *Milling machine*

e. 1 unit *Slotting machine*

f. 5 units *Radial & multi radial drilling machine*

g. 1 unit *shaper machine*

h. 3 units *Grinding*

i. 1 unit *Table drilling machine*

j. 2 units *Portable boring machine*

k. 1 unit *T transverser*

l. 2 units *Surface table*

m. *Overhead crane:*

- 1 unit *Overhead crane 35 T*

- 1 unit *Overhead crane 10 T*
- 1 unit *Overhead crane 5 T*
- 1 unit *Overhead crane 3 T*



Gambar 19 *CNC Lathe (very Large) & Drill Grinding*

6. Bengkel Kayu (*Carpenter Shop*)

Bengkel kayu bertugas dalam pembuatan semua produk dari kayu seperti kayu, dinding partisi, *shelves*, *ship rigging* dan bertanggung jawab dalam instalasi semua produk tersebut di kapal

Luas bangunan :

- Lantai dasar dengan ukuran 60 m x 40 m = 2400 m²
- Lantai satu dengan ukuran 60 m x 40 m = 2400 m²

Sedangkan fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- 1 unit *Band saw*
- 1 unit *Circular saw*
- 1 unit *Double spindle spanner*
- 1 unit *Hollow chisel mortiser*
- 1 unit *Super surfacer*

- 1 unit *High speed moulder*
- 1 unit *Wood turning lathe*
- 1 unit *Corner locking mach.*
- 1 unit *Flush press*
- 1 unit *Belt sander*
- 1 unit *Rip saw sharpener*
- 1 unit *Band saw stretcher*
- 1 unit *Yewing machine*
- 1 unit *Hydro shearing machine*
- 1 unit *Hydro universal press brake*
- 1 unit *Spot welding machine*
- 1 unit *Staright line rip saw*
- 1 unit *Cross cut circular saw*
- 1 unit *Single surface planner*
- 1 unit *Panel saw*
- 1 unit *Multi head tenoner*
- 1 unit *Router machine*
- 1 unit *Dovetail machine*
- 1 unit *Painting equipment*
- 1 unit *Auto knife sharpener*
- 1 unit *Band saw sharpener*
- 1 unit *Wood drilling machine*
- 1 unit *Double head grinder*
- 1 unit *Vacuum dust collector*
- 1 unit *Hyd. Press brake*
- 1 unit *Corner shear*
- 1 unit *Monoroll hoist*



Gambar 20 Proses Produksi di Bengkel *Carpenter*

7. Bengkel Mesin (*Machinery Outfitting Shop*)

Digunakan untuk pengerjaan instalasi mesin utama kapal. Bengkel ini bertanggung jawab pula untuk pemasangan mesin induk pada kapal. Bengkel ini tidak memiliki ruangan tersendiri, karena pemasangan mesin akan dilakukan di atas kapal.

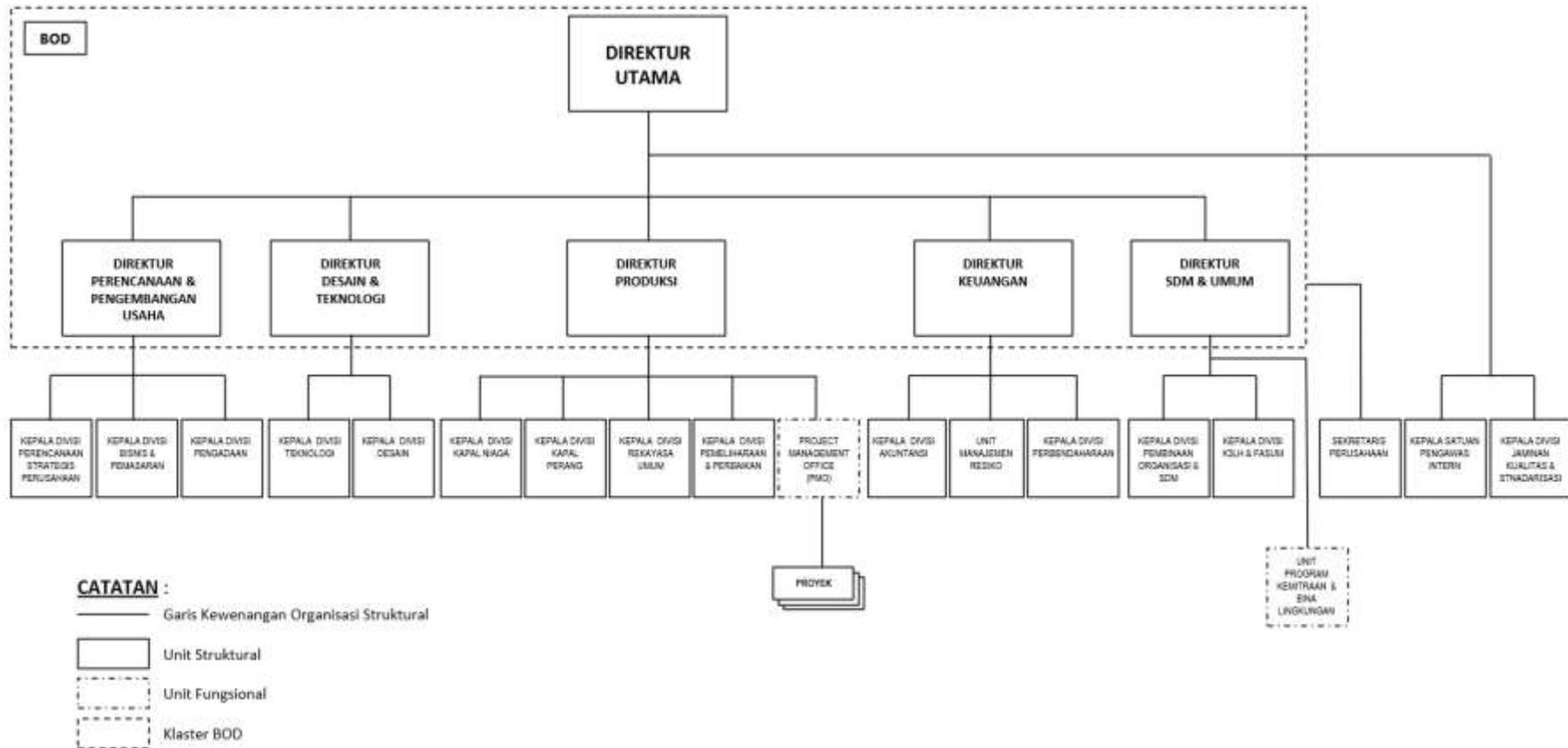
8. Bengkel Pengelasan Outfitting (*Welding outfitting shop*)

Bengkel ini terdiri dari dua tempat yaitu: pengelasan pada bengkel pelat tipis & bengkel pipa dan pengelasan perlengkapan kapal di dalam kapal. Dengan demikian bengkel ini tidak memiliki bengkel tersendiri, namun para pekerja yang ada pada bagian ini langsung turun di bengkel plat tipis dan bengkel pipa.

9. Bengkel Listrik (*Electrical outfitting shop*)

Bertanggungjawab dalam instalasi benda-benda elektronik ke dalam kapal, termasuk pemasangan instalasi kabel, dan pengaturan lampu-lampu dan segala peralatan yang berkaitan dengan listrik. Bagian ini juga tidak memiliki ruangan bengkel tersendiri, karena para pekerja pada bagian ini langsung bekerja di atas kapal untuk memasang segala bentuk instalasi listrik yang diperlukan.

1.c. Struktur Organisasi PT. PAL Indonesia (Persero)



CATATAN :

— Garis Kewenangan Organisasi Struktural

□ Unit Struktural

□ Unit Fungsional

□ Klaster BOD

Lampiran 2.

Klasifikasi Umum dan Karakteristik Komponen Teknologi

Tabel 1 Tingkat Sofistifikasi *Techoware*

No.	KLASIFIKASI UMUM DAN KRAKTERISTIK
1	FASILITAS MANUAL (MANUAL FACILITIES) Deskripsi : usaha dan pengendalian operasi dilakukan secara manual Contoh : penggunaan tangan dalam pengepakan dan peralatan perkakas tangan (misal: pemutas sekrup)
2	FASILITAS BERSUMBER DAYA (POWERED FACILITIES) Deskripsi : daya mesin ditambahkan untuk melengkapi kekuatan tubuh manusia dan pengendalian operasi dilakukan operator penuh. Contoh : mesin perkakas tangan seperti bor portabel
3	FASILITAS FUNGSI UMUM (GENERAL PURPOSE FACILITIES) Deskripsi : mesin-mesin dengan operasi umum dan pengendalian operasi sepenuhnya dilakukan operator Contoh : mesin-mesin umum, seperti mesin bubut dan mesin freis.
4	FASILITAS FUNGSI KHUSUS (SPECIAL PURPOSE FACILITIES) Deskripsi : mesin-mesin dengan operasi khusus dan pengendalian operasi sepenuhnya dilakukan oleh operator. Contoh : mesin tenun
5	FASILITAS OTOMATIK (AUTOMATIC FACILITIES) Deskripsi : mesin menjalankan serangkaian kegiatan tanpa perhatian operator. Rangkaian dan kelengkapan operasi dikendalikan oleh operator pada tingkat yang sangat rendah. Namun demikian, mesin tidak dapat melakukan koreksi sendiri dan kegiatan koreksi harus dilakukan operator. Contoh : automotive transfer mechine tools
6	FAILITAS BERBASIS KOMPUTER (COMPUTERIZED FACILITIES) Deskripsi : komputer mengandalkan mesin untuk: <ol style="list-style-type: none">1. Mengubah kecepatan, posisi, dan arah menurut sinyal pengukuran2. Mengenali dan memilih rangkaian kegiatan yang sesuai3. Memperbaiki performansi setelah operasi4. Mengenali kebutuhan lingkungan dan melakukan penesuaian untuk mencapai p0erformansi yang diinginkan sebelum operasi. Contoh : Computer Numerical Control (CNC), Direct Numerical Control (DNC), dan Computer Aided Manufacturing (CAM).
7	FASILITAS TERPADU (INTEGRATED FACILITIES) Deskripsi : operasi pabrik dipadukan melalui penggunaan fasilitas yang berbasis komputer. Hmampir tidak ada keterlibatan manusia dalam operasi. Contoh : pabrik dengan robotisasi.

(Sumber : Nazaruddin, 2008)

Tabel 2 Tingkat Sofistifikasi *Humanware*

No.	KLASIFIKASI UMUM DAN KARAKTERISTIK
1	<p>KEMAMPUAN MELAKUKAN OPERASI (OPERATING ABILITIES)</p> <p>Tipe kerja : Standar Tipe keputusan : Rutin Usaha fisik : rendah, sedang, tinggi Usaha mental : Sangat rendah Pendidikan : SMP dan dibawahnya Pelatihan : Dasar, elementer Kategori : Tenaga kerja terampil dan setengah terampil</p>
2	<p>KEMAMPUAN MELAKUKAN SETUP (SETTING UP ABILITIES)</p> <p>Tipe kerja : Standar Tipe keputusan : Rutin Usaha fisik : Rendah, sedang Usaha mental : Rendah Pendidikan : SMP dan dibawahnya Pelatihan : Jangka pendek Kategori : Pekerja dan teknikal terlatih</p>
3	<p>KEMAMPUAN MEMPERBAIKI (REPAIRING ABILITIES)</p> <p>Tipe kerja : Sebagian tidak standar Tipe keputusan : Sebagian rutin Usaha fisik : Rendah, sedang Usaha mental : Sedang Pendidikan : SMA Pelatihan : Jangka pendek sampai menengah Kategori : Teknikal, ilmuwan dan insinyur</p>
4	<p>KEMAMPUAN MEREPRODUKSI (REPRODUCTING ABILITIES)</p> <p>Tipe kerja : Umumnya tidak standar Tipe keputusan : Terbanyak tidak rutin Usaha fisik : Rendah sampai sedang Usaha mental : Sedang, tinggi Pendidikan : SMA Pelatihan : Jangka menengah Kategori : Teknikal, ilmuwan dan insinyur</p>
5	<p>KEMAMPUAN MELAKUKAN ADAPTASI (ADAPTING ABILITIES)</p> <p>Tipe kerja : Tidak standar Tipe keputusan : Tidak rutin Usaha fisik : Rendah Usaha mental : Tinggi Pendidikan : SMA diatasnya Pelatihan : Tinggi Kategori : Teknikal, ilmuwan, insinyur</p>
6	<p>KEMAMPUAN MELAKUKAN IMPROVISASI (IMPROVING ABILITIES)</p> <p>Tipe kerja : Tidak standar Tipe keputusan : Tidak rutin Usaha fisik : Rendah Usaha mental : Sangat tinggi Pendidikan : SMA dan diatasnya</p>

	Pelatihan : Tinggi Kategori : Teknikal, ilmuwan, insinyur
7	KEMAMPUAN MELAKUKAN INOVASI (INOVATING ABILITIES) Tipe kerja : Tidak standar Tipe keputusan : Tidak rutin Usaha fisik : Rendah Usaha mental : Ekstrim tinggi Pendidikan : SMA dan di atasnya Pelatihan : Ekstrim tinggi Kategori : Teknikal, ilmuwan, insinyur

(Sumber : Nazaruddin, 2008)

Tabel 3 Tingkat Sofistifikasi *Infoware*

No.	KLASIFIKASI UMUM DAN KARAKTERISTIK
1	INFROMASI PENGENALAN (FAMILLARIZING FACTS) Deskripsi : Informasi yang membuat pengenalan Contoh : Gambar, model dan brosur yang membuat deskripsi dasar
2	INFORMASI PENGGAMBARAN (DESCRIBING FACTS) Deskripsi : Informasi yang memungkinkan diberitahukan prinsip dasae di belakang penggunaan dari dan mode operasi yang menarik Contoh : Deskripsi proses dan perlengkapan
3	INFORMASI PEMILIHAN (SPECIFYING FACTS) Deskripsi : Informasi yang memungkinkan untuk memilih dan memasang fasilitas Contoh : Spesifikasi perloengkapan, tata letak, diagram alir, spesifikasi bahan mentah, sketsa teknik, blue print teknik, perincian pabriaksi, dan sebagainya.
4	INFORMASI PENGGUNAAN (UTILIZING FACTS) Deskripsi : Informasi yang memungkinkan fasilitas digunakan secara efektif. Contoh : Prosedur operasi standar, rincian setup perlengkapan, petunjuk keselamatan, prosedur jaminan kualitas, prosedur perawatan, dan sebagainya.
5	INFORMASI PEMAHAMAN (COMPREHENDING FACTS) Deskripsi : Informasi yang memungkinkan untuki mengetahui dan memahami secara lebih mendalam mengenai desain dan operasi fasilitas Contoh : Rincian proses, desain yang memuat spesifikasi, teknik manajemen produksi
6	INFORMASI PERBAIKAN (GENERALIZING FACTS) Deskripsi : Informasi yang memungkinkan untuk memperbaiki rancangan dan penggunaan fasilitas Contoh : Pengembangan produk dan informasi perbaikan proses umum melalui reserve engineering dan litbang.
7	INFORMASI PENILAIAN (ASESING FACTS) Deskripsi : Infromasi kecanggihan teknologi dengan kaitan ke fasilitas yang digunakan untuk tujuan spesifik. Contoh : Informasi yang komperehensif pada pengembangan terakhir dari perancangan, perbaikan, performasi, dan penggunaan fasilitas.

(Sumber : Nazaruddin, 2008)

Tabel 4 Tingkat Sofistifikasi *Orgaware*

No.	KLASIFIKASI UMUM DAN KARAKTERISTIK
1	<p>KERANGKA KERJA PERJUANGAN (STRIVING FRAMEWORK)</p> <p>Deskripsi : Perusahaan kecil, biasanya manajemen oleh pemilik, dengan investasi rendah dan jumlah tenaga kerja kecil.</p> <p>Pasar : Karakteristik produk seperti keberadaan pasar untuk variasi kualitas secara luas. Biasanya perusahaan ini sangat mengandalkan pemasaran pada para perantara.</p> <p>Produksi : Menggunakan fasilitas yang tersedia dengan mudah tidak dilindungi paten. Jadwal produksi biasanya tidak menentu, perusahaan sedikit sekali mempunyai kendali atas suplai dan harga keluaran.</p> <p>Tenaga kerja : Pemilik mengatur dan sebagian terbesar pekerja mempunyai keterampilan yang rendah.</p> <p>Kuangan : Menggunakan modal pemilik atau dari sumber-sumber informal</p> <p>Profitabilitas: Sangat rendah</p>
2	<p>KERANGKA KERJA PENGGABUNGAN (TIE-UP FRAMEWORK)</p> <p>Deskripsi : Perusahaan menunjukkan kemampuan dalam mastering penggunaan fasilitas untuk menjadi subkontraktor atau organisasi besar.</p> <p>Pasar : Pasar terjamin dalam jangka pendek.</p> <p>Produksi : Jadwal produksi kaku. Kesempatan tersedia untuk memperbaharui fasilitas dengan bantuan organisasi besar.</p> <p>Tenaga kerja : Pemilik mengatur dan sebagian terbesar pekerja mempunyai keterampilan yang rendah. Kebutuhan untuk menemukan target produksi tanpa melakukan kekeliruan. Praktek manajemen cenderung menjadi lebih formal.</p> <p>Kuangan : Menggunakan modal sendiri dan karena penggabungan, maka dapat memperoleh sejumlah kecil dukungan dari lembaga keuangan formal.</p> <p>Profitabilitas: Meskipun pasar terjamin, perusahaan mungkin tidak memperoleh keuntungan yang memadai karena adanya transfer pricing practices. Keuntungan dapat ditingkatkan dengan menurunkan harga.</p>
3	<p>KERANGKA KERJA PERLINDUNGAN (PROTECTING FRAMEWORK)</p> <p>Deskripsi : Berdasarkan pengalaman dan reputasi yang dicapai selama fase kerangka kerja penjelajahan, perusahaan bisa mengetahui produk lain, pasar baru, dan memutuskan untuk memproduksi dan memasarkan dengan menggunakan jaringan yang telah disiapkan dengan baik.</p> <p>Pasar : Keberadaan produk pada pasar baru dan lama. Produk baru pada pasar lama bisa sebagus pada pasar baru.</p> <p>Produksi : Perhatian ditekankan pada perbaikan kualitas produk dan peningkatan efisiensi produk. Menggunakan fasilitas khusus dan yang diperbaharui. Yang biasanya dilakukan melalui kerja sama dengan pihak asing.</p> <p>Tenaga kerja : Kpeemilian yang lebih luas.</p> <p>Kuangan : Dukungan yang meningkat bisa datang dari lembaga keuangan hingga tersedia lebih banyak aset modal.</p> <p>Profitabilitas: Sedang, tetapi memungkinkan perbaikan ke tingkat yang lebih tinggi.</p>
4	<p>KERANGKA KERJA PEMANTAPAN (STABILIZING FRAMEWORK)</p> <p>Deskripsi : Perusahaan yang beroperasi pada kerangka kerja perlindungan mungkin cenderung untuk memantapkan bentuk kompetitifnya dengan meningkatkan pangsa pasar mereka dan dengan pembaharuan yang berkesinambungan atas kualitas dan variasi keluarannya.</p> <p>Pasar : Pemasaran produk lebih agresif dan kreatif ada pasar baru dan lama.</p>

	<p>Produksi : Pembaruan fasilitas berkesinambungan dan perhatian yang besar pada rekayasa nilai dan rancangan awal Pengendalian jadwal produksi yang lebih ketat.</p> <p>Tenaga kerja : Kepemilikan lebih luas</p> <p>Keuangan : Akses yang lebih mudah ke lembaga keuangan</p> <p>Profitabilitas: Sedang sampai tinggi</p>
5	<p>KERANGKA KERJA PENCARIAN PELUANG (PROSPECTING FRAMEWORK)</p> <p>Deskripsi : Perusahaan cepat mencapai kekuatan potensialnya dalam satu kerangka kerja yang stabil yang cenderung membangun kesuksesan dengan pengamatan berkesinambungan peluang pasar baru dan dengan melakukan eksperimen melalui tanggapan baru terhadap kecenderungan lingkungan.</p> <p>Pasar : Orientasi pasar sangat tinggi, kemampuan alur teknologi intenasional</p> <p>Produksi : Modifikasi dan pembaharuan produk sering, Kecenderungan menggunakan fasilitas maju.</p> <p>Tenaga kerja : Menggunakan tingkat keterampilan yang tinggi. Manajer profesional, pemikiran strategik, dan inovatif.</p> <p>Keuangan : Akses modal yang mudah dari lembaga keuangan nasional maupun intenasioanal.</p> <p>Profitabilitas: Tinggi. Banyak keuntungan dialokasikan untuk litbang.</p>
6	<p>KERANGKA KERJA KEPEMIMPINAN (LEADING FRAMEWORK)</p> <p>Deskripsi : Beberapa perusahaan pada kerangka kerja pencarian peluang bisa menjadi world leader di bidang-bidang khusus dan mencapai batas teknologi.</p> <p>Pasar : Pemimpin pasar dan persiapan untuk memenuhi kebutuhan pasar di masa depan dengan baik.</p> <p>Produksi : Fasilitas mempunyai sofistikasi yang tinggi dan mempersiapkan transfer teknologi bahkan melalui investasi langsung. Tingkat litbang sangat tinggi, dengan perhatian pada penelitian dasar.</p> <p>Tenaga kerja : Kepemilikan sangat luas, tingkat keterampilan sangat tinggi, manajemen sepenuhnya oleh top profesional.</p> <p>Keuangan : Sangat mudah untuk mengakses keuangan dari lembaga keuangan nasional dan internaional.</p> <p>Profitabilitas: Sangat tinggi.</p>

(Sumber : Nazaruddin, 2008)

Lampiran 3.

Kriteria Penilaian Komponen Teknologi Teknometrik

Tabel 1 Penilaian Kecanggihan *Technoware*

KRITERIA PENILAIAN	DESKRIPSI
Kompleksitas operasi	Kompleksitas operasi yang dinilai dari berbagai aspek, seperti tingkat keluaran, keragaman produk, keragaman masukan material, temperatur dan tekanan pada operasi.
Presisi	Toleransi spesifikasi yang diperbolehkan yang berkaitan dengan dimensi, atribut material, parameter proses, atribut komponen, dan lingkungan operasi.
Penanganan bahan	Penilaian yang meliputi sifat-sifat fisik (status, mampu alir, ukuran unit, konfigurasi geometrik, kekasaran, tingkat korositas, keawetan) dari material yang dipindahkan dan kebutuhan pemindahan (rute, metode, kecepatan periodik) dengan memperhatikan material yang dipindahkan.
Pengendalian proses	Tingkat dan kesulitan pengendalian pemeriksaan dengan memperhatikan parturan lingkungan, peraturan keselamatan, tingkat standarisasi, pemantauan kualitas, pemantauan proses.
Kontribusi fasilitas rekayasa	Kontribusi fasilitas rekayasa dalam perencanaan, pembuatan, pengoprasian, dan pemasaran.

(Sumber : Nazaruddin, 2008)

Tabel 2 Penilaian Kecanggihan *Humanware*

KRITERIA PENILAIAN	DESKRIPSI
Kreativitas	Kemampuan berkreasi yang dinilai berdasarkan berbagai aspek seperti kecerdasan, imajinasi, dan intuisi.
Orientasi berprestasi	Keinginan untuk mencapai prestasi yang dinilai berdasarkan aspek-aspek seperti orientasi keberhasilan, keberanian, sifat kompetitif, dan dinamika.
Orientasi bekerjasama	Kemampuan bekerjasama, yang dinilai berdasarkan aspek-aspek seperti semangat kelompok, penghargaan atas bantuan orang lain, kepekaan sosial, dan penghargaan atas martabat tenaga kerja.
Orientasi melakukan efisiensi	Keinginan untuk melakukan kerja secara efisien, yang dinilai berdasarkan aspek-aspek seperti kemauan bekerja keras, kesadaran, dan kemauan menerima tanggung jawab.
Kemampuan menghadapi resiko	Kecenderungan untuk mau menanggung resiko, yang dinilai berdasarkan aspek-aspek seperti kemauan bereksperimen, kesediaan untuk berubah, dan kemauan untuk mengambil inisiatif.
Kedisiplinan	Menghargai waktu dan cenderung mengunakanya sebagai sumber daya yang bernilai, yang terlihat dari berbagai aspek seperti pencapaian sasaran berdasarkan waktu, dan fokus ke masa depan.

Tabel 3 Penialain Kecanggihan *Orgaware*

KRITERIA PENILAIAN	DESKRIPSI
Efektivitas kepemimpinan	Kemampuan organisasi untuk memotivasi karyawan melalui keputusan yang efektif yang terlihat dalam aspek-aspek sasaran organisasi dan vasibilitas manajemen puncak
Otonomi kerja	Tingkat kemandirian yang diberikan pada karyawan yang dinilai berdasarkan aspek-aspek pendelegasian tugas, sistem kerja informal, dan usaha-usaha untuk meningkatkan enterpreunership.
Pengarahan organisasi	Perusahaan yang secara keseluruhan diberi arah seperti yang terlihat melalui perhatian pada perencanaan, pemikiran srategik, umpan balik, dan pengendalian kerja yang seksama.
Keterlibatan organisasional	Karyawan dilibatkan dalam organisasi, seperti terlihat pada aspek-aspek kebanggaan dalam persahabatan, komnikasi dalam organisasi yang baik, kesempatan utnuk berkembang, dan penghargaan pada individu dan kelompok.
Orientasi terhadap <i>stakeholder</i>	Orientasi berkomitmen memenuhi harapan stakeholder (pelanggan, pemegang saham, karyawan, pemasok, pemerintah, dan masyarakat umum).
Iklim inovasi	Iklim inovasi dalam organisasi, yang dinilai berdasarkan aspek-aspek seperti penilaian perbandingan kinerja, penelitian dan pengembangan yang terarah, perspektif internasional, orientasi teknologi dan kepekaan untuk berubah dalam lingkungan bisnis.
Integritas organisasi	Integritas dari tindakan organisasi, yang merupakan kesesuaian antara rencan atau komitmen dengan tindakan nyata organisasi, yang dapat dinilai dari aspek-aspek seperti pelaksanaan etika bisni dan penghargaan atas prestasi secara nyata.

(Sumber : Nazaruddin, 2008)

Lampiran 4.

Kuesioner Penilaian Komponen Teknologi Teknometrik

4.a. Kuesioner Teknometrik Pengukuran Kesiapan Teknologi

Bagian : Technoware

Petunjuk pengisian :

- 1) Beri tanda "checkboxlist" pada kolom pilihan dan mohon jawab pertanyaan di kolom keterangan
- 2) Apabila aspek yang diukur tidak tersedia pada perusahaan, maka cukup kosongkan atau abaikan indikator ukuran
- 3) Apabila indikator ukuran pada suatu aspek yang diukur tidak ada yang sesuai dengan kondisi perusahaan, maka tuliskan kriteria pada kolom keterangan

No	Aspek	Indikator Ukuran	Pilihan	Keterangan
A	Engineering Process			
A1	Perencanaan Produksi			
A1.1	Software			
A1.1.1	Software desain dan engineering yang digunakan	Menggunakan software CAD umum dan software analisa umum untuk melakukan desain awal dan kalkulasi desain awal (AutoCAD, Ms. Excel, atau yang setara)	<input type="checkbox"/> 1	Software desain apakah yang digunakan? Software engineering apakah yang digunakan?
		Menggunakan software CAD umum dan software analisa khusus untuk melakukan desain awal dan kalkulasi desain awal (AutoSHIP, Maxsurf, Rhino, Delftship, atau yang setara)	<input type="checkbox"/> 2	
		Menggunakan beberapa software terpisah dengan masing-masing kemampuan untuk melakukan desain awal, kalkulasi desain awal, mendukung sistem jaringan untuk workstation dan dapat terintegrasi dengan software engineering lainnya (NAPA, NUPAS, atau yang setara)	<input type="checkbox"/> 3	
		Menggunakan satu software khusus dengan kemampuan untuk melakukan desain awal, kalkulasi desain awal, hingga detail desain dan piecepart drawing, mendukung sistem jaringan untuk workstation, dan dengan kemampuan engineering (AVEVA, NAPA-CADMATIC, atau yang setara)	<input type="checkbox"/> 4	
A1.1.2	Proses Perencanaan dan Desain	Berdasarkan Gambar Key Plan, Tidak Terencana	<input type="checkbox"/> 1	
		Pengembangan Gambar Key Plan, Yard Plan & Detail Drawing, Kurang Terencana dan Tidak Terintegrasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pengembangan Gambar Key Plan, Yard Plan & Detail Drawing, Kurang Terencana dan Terintegrasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pengembangan Gambar Key Plan, Yard Plan & Detail Drawing, Terencana dan Terintegrasi	<input type="checkbox"/> 4	

A1.2	Hardware			
A1.2.1	Kondisi Ruangan Penunjang Proses Design	Tidak Memiliki Ruang Khusus untuk Proses Design, Proses Design Bepindah-pindah	<input type="checkbox"/> 1	Fasilitas apa yang tersedia untuk menunjang performa hardware dan software?
		Memiliki Ruang Khusus, Tergabung Dengan Divisi Lainnya	<input type="checkbox"/> 2	
		Memiliki Ruang Khusus, Fasilitas Sederhana untuk menunjang proses Design	<input type="checkbox"/> 3	
		Memiliki Ruang Khusus, Fasilitas Lengkap untuk menunjang proses Design	<input type="checkbox"/> 4	
A1.2.2	Kompatibilitas dan kapabilitas Hardware Pendukung Proses Design	Hardware Terbatas, Belum Terupdate dan Jumlah Terbatas	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana spesifikasi hardware yang digunakan untuk penjadwalan?
		Hardware Standart, Sebagian Update dan Jumlah Terbatas	<input type="checkbox"/> 2	
		Hardware Canggih, Update dan Jumlah Terbatas	<input type="checkbox"/> 3	
		Hardware Canggih, Update dan Jumlah Mencukupi	<input type="checkbox"/> 4	
A1.2.3	Workstation	Terdapat workstation, tidak saling terhubung dan tidak memiliki database desain	<input type="checkbox"/> 1	Sistem jaringan seperti apa yang digunakan untuk workstation?
		Terdapat workstation, saling terhubung dan tidak memiliki database desain	<input type="checkbox"/> 2	
		Saling terhubung, memiliki database desain, namun proses penyesuaian atau penyatuan desain masih manual	<input type="checkbox"/> 3	
		Saling terhubung dengan jaringan, meiliki database desain, dan proses penyesuaian atau penyatuan desain otomatis dan terintegrasi dengan software	<input type="checkbox"/> 4	
A1.2.4	Mesin Cetak	Hanya printer biasa, pencetakan gambar kerja dikerjakan pihak lain	<input type="checkbox"/> 1	Mesin cetak apa yang digunakan pada engineering process?
		Printer dan plotter gambar hingga A0	<input type="checkbox"/> 2	
		Printer kecepatan tinggi dan plotter gambar hingga A0 tidak terintegrasi jaringan	<input type="checkbox"/> 3	
		Printer kecepatan tinggi dan plotter gambar hingga A0 terintegrasi jaringan	<input type="checkbox"/> 4	
A1.2.5	Sistem Pendistribusian Gambar	Terdistribusi Sesuai Permintaan/Perintah Atasan dan Tidak Terdata	<input type="checkbox"/> 1	Apakah distribusi gambar menggunakan jaringan komputer?
		Terdistribusi Sesuai Permintaan/Perintah Atasan dan Terdata	<input type="checkbox"/> 2	
		Terdistribusi Sesuai Schedule Project dan Tidak Terdata	<input type="checkbox"/> 3	
		Terdistribusi Sesuai Schedule Project dan Terdata	<input type="checkbox"/> 4	

A1.3	Output Teknologi			
A1.3.1	Kelengkapan gambar kerja	Gambar sederhana dengan ukuran detail	<input type="checkbox"/> 1	Output apa saja yang dilakukan pada engineering process? (Checklist output desain pada kuesioner B)
		Gambar lengkap, ukuran, detail 2D	<input type="checkbox"/> 2	
		Gambar lengkap, nesting plan, shop drawing, ukuran, detail 2D dan 3D	<input type="checkbox"/> 3	
		Gambar lengkap, nesting plan, shop drawing, ukuran, detail 2D dan 3D, terintegrasi mesin produksi (CAM)	<input type="checkbox"/> 4	
A2	Penjadwalan dan pengendalian			
A2.1	Software			
A2.1.1	Software Penjadwalan dan Pengendalian Produksi	Spreadsheet sederhana (MS. Excel)	<input type="checkbox"/> 1	Software apa yang digunakan untuk penjadwalan dan pengendalian proses produksi?
		Spreadsheet tingkat lanjut (MS. Excel) dengan keluaran master plan dan kurva-S	<input type="checkbox"/> 2	
		Kombinasi software spreadsheet tingkat lanjut (MS. Excel, MS. Project) dengan keluaran master plan, kurva S, jadwal mingguan, dan detail penjadwalan	<input type="checkbox"/> 3	
		Software khusus tingkat lanjut untuk penjadwalan dengan keluaran yang lebih detail dan dapat terkendali	<input type="checkbox"/> 4	
A2.1.2	Software <i>Procurement</i>	Spreadsheet sederhana (MS. Excel)	<input type="checkbox"/> 1	Software apa yang digunakan untuk <i>procurement</i> ?
		Spreadsheet tingkat lanjut (MS. Excel) dengan keluaran master plan dan kurva-S	<input type="checkbox"/> 2	
		Kombinasi software spreadsheet tingkat lanjut (MS. Excel, MS. Project) dengan keluaran master plan, kurva S, jadwal mingguan, dan detail penjadwalan	<input type="checkbox"/> 3	
		Software khusus tingkat lanjut untuk <i>procurement</i> dengan keluaran yang lebih detail dan dapat terkendali	<input type="checkbox"/> 4	
A2.1.3	Bentuk penjadwalan pekerjaan	Penjadwalan sederhana (tanpa legalisasi)	<input type="checkbox"/> 1	Apakah penjadwalan dilakukan berdasarkan PWBS atau SWBS?
		Penjadwalan terstruktur (dengan legalisasi)	<input type="checkbox"/> 2	
		Penjadwalan terstruktur dengan rincian jadwal per block	<input type="checkbox"/> 3	
		Penjadwalan terstruktur dan terinci per block dengan pembagian zona outfitting	<input type="checkbox"/> 4	

A2.1.4	Pengendalian jadwal	Dilakukan tidak teratur	<input type="checkbox"/> 1	Seberapa sering pengendalian jadwal dilakukan?
		Dilakukan cukup teratur / berkala	<input type="checkbox"/> 2	
		Dilakukan teratur, terperinci, dan berkala (grafik realisasi dalam S-curve)	<input type="checkbox"/> 3	
		Dilakukan teratur, terperinci, dan berkala (grafik realisasi dalam S-curve) rencana tindak pengendalian	<input type="checkbox"/> 4	
A2.2	Hardware			
A2.2.1	Ruangan	Tidak ada ruang khusus	<input type="checkbox"/> 1	Fasilitas apa yang tersedia untuk menunjang performa hardware dan software?
		Ada ruang khusus dengan fasilitas terbatas	<input type="checkbox"/> 2	
		Ruang khusus dengan fasilitas cukup memadai	<input type="checkbox"/> 3	
		Ruang khusus dengan fasilitas memadai dan terkontrol	<input type="checkbox"/> 4	
A2.2.2	Kompatibilitas dan kapabilitas Ha	Terbatas	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana spesifikasi hardware yang digunakan untuk penjadwalan?
		Hardware 5-7 tahun	<input type="checkbox"/> 2	
		Hardware 2-5 tahun	<input type="checkbox"/> 3	
		Kompatibel secara sempurna dan ter-update	<input type="checkbox"/> 4	
A2.3	Output Teknologi			
A2.3.1	Kelengkapan jadwal	Master schedule dan jadwal secara umum	<input type="checkbox"/> 1	Output apa saja yang dilakukan pada engineering process? (Checklist output proses penjadwalan pada kuesioner B)
		Master schedule dan jadwal secara detail bulanan	<input type="checkbox"/> 2	
		Master schedule dan jadwal secara detail mingguan	<input type="checkbox"/> 3	
		Master schedule dan jadwal secara detail harian	<input type="checkbox"/> 4	
B	Persiapan Material			
B1	Steel Stockyard			
B1.1	Bangunan steel stockyard	Terbuka	<input type="checkbox"/> 1	Apa jenis lantai stockyard? (tanah/paving/beton)
		Tertutup atap, tanpa dinding	<input type="checkbox"/> 2	
		Tertutup atap dan dinding	<input type="checkbox"/> 3	
		Tertutup atap, dinding, dengan ventilasi dan peralatan bantu sirkulasi udara	<input type="checkbox"/> 4	
B1.2	Pengaturan Material dan material handling	Pengelompokan material berdasarkan jenis	<input type="checkbox"/> 1	Material handling apa yang digunakan? Berapa kapasitasnya?
		Material dikelompokan dilengkapi dengan pengendalian stok dengan komputer	<input type="checkbox"/> 2	
		Material dikelompokan dengan rak yang memadai dilengkapi dengan pengendalian stok dengan komputer dan pengkodean material	<input type="checkbox"/> 3	
		Material dikelompokan dengan rak yang memadai dilengkapi dengan automatic material handling	<input type="checkbox"/> 4	

B2	Persiapan Plat			
B2.1	Pelurusan	Peralatan penggunaan umum *)	<input type="checkbox"/> 1	Jenis alat apa yang digunakan untuk pelurusan plat?
		Peralatan penggunaan khusus	<input type="checkbox"/> 2	Berapa kapasitas dan kecepatannya?
		Peralatan penggunaan khusus terkomputerisasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Peralatan robotic	<input type="checkbox"/> 4	
B2.2	<i>Blasting</i>	Peralatan penggunaan umum *) di ruang terbuka	<input type="checkbox"/> 1	Jenis alat apa yang digunakan untuk blasting? Berapa kapasitas dan kecepatannya?
		Peralatan penggunaan umum *) dalam ruang tertutup	<input type="checkbox"/> 2	
		Peralatan penggunaan khusus	<input type="checkbox"/> 3	
		Peralatan penggunaan khusus terkomputerisasi	<input type="checkbox"/> 4	
B2.3	<i>Shop Primering</i>	Peralatan penggunaan umum *) di ruang terbuka	<input type="checkbox"/> 1	Alat apa yang digunakan untuk basecoating? Berapa kapasitas dan kecepatannya?
		Peralatan penggunaan umum *) dalam ruang tertutup	<input type="checkbox"/> 2	
		Peralatan penggunaan khusus	<input type="checkbox"/> 3	
		Peralatan penggunaan khusus terkomputerisasi	<input type="checkbox"/> 4	
B3	Output Teknologi			
B3.1	Kapasitas output	Kecil (.....lembar plat/hari)	<input type="checkbox"/> 1	Berapa ukuran plat rata-rata?
		Sedang (.....lembar plat/hari)	<input type="checkbox"/> 2	
		Tinggi (.....lembar plat/hari)	<input type="checkbox"/> 3	
		Sangat tinggi (.....lembar plat/hari)	<input type="checkbox"/> 4	
C	Fabrikasi			
C1	Plat dan Profil			
C1.1	<i>Marking dan cutting</i>	Manual	<input type="checkbox"/> 1	Alat apa yang digunakan untuk marking dan cutting?
		Semi otomatis	<input type="checkbox"/> 2	Berapa kapasitas dan kecepatannya?
		Otomatis dan terkomputerisasi (NC)	<input type="checkbox"/> 3	
		Peralatan komputerisasi yang terintegrasi dengan CAD (CAD/CAM)	<input type="checkbox"/> 4	
C1.2	<i>Bending</i>	Semua manual	<input type="checkbox"/> 1	Alat bending apa yang digunakan? Berapa kapasitas dan kecepatannya?
		Manual untuk lengkung tidak beraturan dan Semi otomatis untuk lengkung teratur	<input type="checkbox"/> 2	
		Semi otomatis	<input type="checkbox"/> 3	
		Peralatan penggunaan khusus terkomputerisasi / otomatis	<input type="checkbox"/> 4	
C1.3	<i>Material Handling</i>	Forklift	<input type="checkbox"/> 1	Material handling apa yang digunakan? Berapa kapasitasnya?
		Forklift dan crane (mobile / overhead)	<input type="checkbox"/> 2	
		Crane dan conveyor	<input type="checkbox"/> 3	
		Crane dan conveyor terintegrasi untuk proses berikutnya	<input type="checkbox"/> 4	

C2	Pipa			
C2.1	<i>Marking dan cutting</i>	Manual	<input type="checkbox"/> 1	Alat apa yang digunakan untuk marking? Berapa kapasitas dan kecepatannya?
		Semi otomatis	<input type="checkbox"/> 2	
		Otomatis dan terkomputerisasi (NC)	<input type="checkbox"/> 3	
		Peralatan komputerisasi yang terintegrasi dengan CAD (CAD/CAM)	<input type="checkbox"/> 4	
C2.2	<i>Bending</i>	Manual	<input type="checkbox"/> 1	Alat bending apa yang digunakan? Berapa kapasitas diameter pipa dan kecepatannya?
		Semi otomatis	<input type="checkbox"/> 2	
		Peralatan penggunaan khusus terkomputerisasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Peralatan komputerisasi yang terintegrasi dengan CAD (CAD/CAM)	<input type="checkbox"/> 4	
C2.3	<i>Material Handling</i>	Forklift	<input type="checkbox"/> 1	Material handling apa yang digunakan? Berapa kapasitasnya?
		Forklift dan crane (mobile / overhead)	<input type="checkbox"/> 2	
		Crane dan conveyor	<input type="checkbox"/> 3	
		Crane dan conveyor terintegrasi untuk proses berikutnya	<input type="checkbox"/> 4	
C3	Workshop			
C3.1	Model workshop	Terbuka	<input type="checkbox"/> 1	Apa jenis lantai kerja workshop? (tanah/paving/beton)
		Tertutup atap, tanpa dinding / semi permanen	<input type="checkbox"/> 2	
		Tertutup (atap dan dinding permanen)	<input type="checkbox"/> 3	
		Bangunan khusus dengan atap dan dinding permanen lengkap dengan sistem ventilasi	<input type="checkbox"/> 4	
C3.2	Tata letak workshop	Bengkel terpisah dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana aliran proses pada workshop?
		Dalam satu bengkel dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 2	
		Bengkel terpisah dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 3	
		Dalam satu bengkel dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 4	
C4	Output Teknologi			
C4.1	<i>Integrasi dengan outfitting</i>	Tidak ada marking maupun pelubangan tembusan untuk pemasangan outfitting	<input type="checkbox"/> 1	
		Ada marking namun tidak ada pelubangan tembusan untuk pemasangan outfitting	<input type="checkbox"/> 2	
		Sudah ada pelubangan tembusan untuk pemasangan outfitting namun perlu penyesuaian kembali	<input type="checkbox"/> 3	
		Sudah ada pelubangan tembusan untuk pemasangan outfitting dan presisi	<input type="checkbox"/> 4	
C4.2	Kapasitas output plat	Kecil (.....lembar plat/hari)	<input type="checkbox"/> 1	Berapa ukuran plat rata-rata?
		Sedang (.....lembar plat/hari)	<input type="checkbox"/> 2	
		Tinggi (.....lembar plat/hari)	<input type="checkbox"/> 3	
		Sangat tinggi (.....lembar plat/hari)	<input type="checkbox"/> 4	

C4.3	Kapasitas output pipa	Kecil (.....piece/hari)	<input type="checkbox"/> 1	Berapa ukuran plat rata-rata?
		Sedang (.....piece/hari)	<input type="checkbox"/> 2	
		Tinggi (.....piece/hari)	<input type="checkbox"/> 3	
		Sangat tinggi (.....piece/hari)	<input type="checkbox"/> 4	
C4.4	Pengelompokan piece part	Berdasarkan struktur & stage sistem seksi	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana sistem paletizing piecepart?
		Berdasarkan zona & stage sistem blok	<input type="checkbox"/> 2	
		Berdasarkan zona, stage sistem blok, dan implementasi Group Technology	<input type="checkbox"/> 3	
		Berdasarkan sistem <i>Integrated Hull Outfitting and Painting</i> (IHOP)	<input type="checkbox"/> 4	
D	Sub-Assembly			
D1	Peralatan las			
D1.1	Teknik pengelasan	Manual	<input type="checkbox"/> 1	Jenis las apa yang digunakan untuk proses sub-assembly?
		Semi otomatis	<input type="checkbox"/> 2	
		Otomatis	<input type="checkbox"/> 3	
		NC - Robotic	<input type="checkbox"/> 4	
D2	Workshop			
D2.1	Model workshop	Terbuka	<input type="checkbox"/> 1	Apa jenis lantai kerja workshop? (tanah/paving/beton)
		Tertutup atap, tanpa dinding / semi permanen	<input type="checkbox"/> 2	
		Tertutup (atap dan dinding permanen)	<input type="checkbox"/> 3	
		Bangunan khusus dengan atap dan dinding permanen lengkap dengan sistem ventilasi	<input type="checkbox"/> 4	
D2.2	Tata letak workshop	Bengkel terpisah dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana aliran proses pada workshop?
		Dalam satu bengkel dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 2	
		Bengkel terpisah dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 3	
		Dalam satu bengkel dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 4	
D2.3	Buffer Area (jika ada)	Tersedia buffer area namun tidak ada pengelempokan material	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana luasan buffer area?
		Tersedia buffer area, ada pengelempokan material, idle time panjang	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia buffer area, ada pengelempokan material, idle time pendek	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia buffer area, ada pengelempokan material, dan material langsung diproses ke proses berikutnya	<input type="checkbox"/> 4	

D2.4	Panel Handling	Forklift	<input type="checkbox"/> 1	Panel handling apa yang digunakan? Berapa kapasitasnya?
		Forklift dan crane (mobile / overhead)	<input type="checkbox"/> 2	
		Crane dan conveyor	<input type="checkbox"/> 3	
		Crane dan conveyor terintegrasi untuk proses berikutnya	<input type="checkbox"/> 4	
D3	Output Teknologi			
D3.1	Outfitting on unit	Tidak ada	<input type="checkbox"/> 1	Berapa persen outfitting yang telah terpasang pada proses ini?
		Ada marking namun tidak ada pelubangan tembusan untuk pemasangan outfitting	<input type="checkbox"/> 2	
		Sudah ada pelubangan tembusan untuk pemasangan outfitting namun perlu penyesuaian kembali	<input type="checkbox"/> 3	
		Sudah ada pelubangan tembusan untuk pemasangan outfitting dan pemasangan pipa / outfitting lainnya	<input type="checkbox"/> 4	
D3.2	Kapasitas output	Kecil (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 1	Berapa berat rata-rata panel sub-assembly?
		Sedang (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 2	
		Tinggi (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 3	
		Sangat tinggi (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 4	
E	Block Assembly			
E1	Peralatan las			
E1.1	Teknik pengelasan	Manual	<input type="checkbox"/> 1	Jenis las apa yang digunakan untuk proses block assembly?
		Semi otomatis	<input type="checkbox"/> 2	
		Otomatis	<input type="checkbox"/> 3	
		NC - Robotic	<input type="checkbox"/> 4	
E1.2	Posisi pengelasan	Pengelasan block dengan posisi overhead / manual	<input type="checkbox"/> 1	
		Pengelasan block dengan posisi horizontal / vertikal manual	<input type="checkbox"/> 2	
		Pengelasan block dengan posisi downhand manual	<input type="checkbox"/> 3	
		Pengelasan block dengan posisi downhand otomatis / robotic	<input type="checkbox"/> 4	
E2	Workshop			
E2.1	Model workshop	Terbuka	<input type="checkbox"/> 1	Apa jenis lantai kerja workshop? (tanah/paving/beton)
		Tertutup atap, tanpa dinding / semi permanen	<input type="checkbox"/> 2	
		Tertutup (atap dan dinding permanen)	<input type="checkbox"/> 3	
		Bangunan khusus dengan atap dan dinding permanen lengkap dengan sistem ventilasi	<input type="checkbox"/> 4	
E2.2	Tata letak workshop	Bengkel terpisah dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana aliran proses pada workshop?
		Dalam satu bengkel dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 2	
		Bengkel terpisah dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 3	
		Dalam satu bengkel dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 4	

E2.3	Buffer Area	Tidak ada area khusus / sangat terbatas	<input type="checkbox"/> 1	Berapa luasan buffer area?
		Tersedia area khusus namun kurang memadai	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia area khusus dengan fasilitas memadai	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia area khusus dengan fasilitas memadai dan tertutup	<input type="checkbox"/> 4	
E2.4	Jig / dudukan blok	Menggunakan dudukan balok kayu	<input type="checkbox"/> 1	Apa jenis dudukan blok yang digunakan?
		Menggunakan plat besi	<input type="checkbox"/> 2	
		Menggunakan jig khusus namun penganturan ketinggian membutuhkan balok tambahan	<input type="checkbox"/> 3	
		Menggunakan jig khusus dengan penganturan ketinggian mekanis atau hidrolis	<input type="checkbox"/> 4	
E2.5	Block Handling	Mobile crane dengan kapasitas terbatas	<input type="checkbox"/> 1	Jenis crane apa yang digunakan? Berapa kapasitasnya?
		Mobile crane untuk membalik blok (2 unit crane)	<input type="checkbox"/> 2	
		Mobile crane memadai untuk membalik blok (>2 unit crane)	<input type="checkbox"/> 3	
		Overhead crane / sejenisnya memadai untuk membalik blok	<input type="checkbox"/> 4	
E3	Output Teknologi			
E3.1	<i>Outfitting on block</i>	Tidak ada	<input type="checkbox"/> 1	Berapa persen outfitting yang telah terpasang pada proses ini?
		<15%	<input type="checkbox"/> 2	
		15%-30%	<input type="checkbox"/> 3	
		>30%	<input type="checkbox"/> 4	
E3.2	Pelaksanaan acuration control	Tidak ada	<input type="checkbox"/> 1	Jenis alat apa yang digunakan untuk kontrol akurasi?
		Pengukuran secara manual	<input type="checkbox"/> 2	
		Pengukuran dengan teodolit sederhana	<input type="checkbox"/> 3	
		Pengukuran dengan teodolit terkomputerisasi	<input type="checkbox"/> 4	
E3.3	Kesiapan blok sebelum erection	Banyak rekomendasi pengulangan pekerjaan oleh klasifikasi	<input type="checkbox"/> 1	
		Banyak rekomendasi perbaikan oleh klasifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Sedikit rekomendasi perbaikan oleh klasifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Sudah diperiksa dan disetujui pihak klasifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
E3.4	<i>Kapasitas output</i>	Kecil (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 1	Berapa berat rata-rata block?
		Sedang (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 2	
		Tinggi (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 3	
		Sangat tinggi (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 4	

F	Grand-Block / Module Assembly			
F1	Peralatan las			
F1.1	Teknik pengelasan	Manual	<input type="checkbox"/> 1	Jenis las apa yang digunakan untuk proses grand block assembly?
		Semi otomatis	<input type="checkbox"/> 2	
		Otomatis	<input type="checkbox"/> 3	
		NC - Robotic	<input type="checkbox"/> 4	
E1.2	Posisi pengelasan	Pengelasan block dengan posisi overhead / manual	<input type="checkbox"/> 1	Berapa persen perkiraan pengelasan overhead yang dilakukan pada blok?
		Pengelasan block dengan posisi horizontal / vertikal manual	<input type="checkbox"/> 2	
		Pengelasan block dengan posisi downhand manual	<input type="checkbox"/> 3	
		Pengelasan block dengan posisi downhand otomatis / robotic	<input type="checkbox"/> 4	
F2	Workshop			
F2.1	Model workshop	Terbuka	<input type="checkbox"/> 1	Apa jenis lantai kerja workshop? (tanah/paving/beton)
		Tertutup atap, tanpa dinding	<input type="checkbox"/> 2	
		Tertutup atap dan dinding	<input type="checkbox"/> 3	
		Tertutup atap, dinding, dengan ventilasi dan peralatan bantu sirkulasi udara	<input type="checkbox"/> 4	
F2.2	Tata letak workshop	Bengkel terpisah dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana aliran proses pada workshop?
		Dalam satu bengkel dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 2	
		Bengkel terpisah dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 3	
		Dalam satu bengkel dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 4	
F2.3	Buffer Area	Tidak ada area khusus / sangat terbatas	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana luasan buffer area?
		Tersedia area khusus namun kurang memadai untuk pembangunan kapal secara masal	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia area khusus dengan fasilitas memadai untuk pembangunan kapal secara masal	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia area khusus dengan fasilitas dan luas yang memadai untuk pembangunan kapal secara masal dan pada area bengkel tertutup	<input type="checkbox"/> 4	
F2.4	Jig / dudukan blok	Menggunakan dudukan balok kayu	<input type="checkbox"/> 1	Model dudukan blok jenis apa yang digunakan?
		Menggunakan plat besi	<input type="checkbox"/> 2	
		Menggunakan jig khusus namun penganturan ketinggian membutuhkan balok tambahan	<input type="checkbox"/> 3	
		Menggunakan jig khusus dengan penganturan ketinggian mekanis atau hidrolis	<input type="checkbox"/> 4	

F2.5	Block Handling	Mobile crane dengan kapasitas terbatas (..... Ton)	<input type="checkbox"/> 1	Material handling apa yang digunakan? Berapa kapasitasnya?
		Mobile crane untuk membalik blok (2 unit)	<input type="checkbox"/> 2	
		Crane dan conveyor	<input type="checkbox"/> 3	
		Crane dan conveyor terintegrasi untuk proses berikutnya	<input type="checkbox"/> 4	
F3	Output Teknologi			
F3.1	<i>Outfitting on modul</i>	<30%	<input type="checkbox"/> 1	Berapa persen outfitting yang telah terpasang pada proses ini?
		30% - 50%	<input type="checkbox"/> 2	
		50% - 70%	<input type="checkbox"/> 3	
		>70%	<input type="checkbox"/> 4	
F3.2	Pelaksanaan acuration control	Pengukuran secara manual	<input type="checkbox"/> 1	Jenis alat apa yang digunakan untuk kontrol akurasi?
		Pengukuran dengan teodolit sederhana	<input type="checkbox"/> 2	
		Pengukuran dengan teodolit terkomputerisasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pengukuran dengan acuration control sistem dan erection simulation sistem	<input type="checkbox"/> 4	
F3.3	Kesiapan modul sebelum erection	Banyak rekomendasi pengulangan pekerjaan oleh klasifikasi	<input type="checkbox"/> 1	
		Banyak rekomendasi perbaikan oleh klasifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Sedikit rekomendasi perbaikan oleh klasifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Sudah diperiksa dan disetujui pihak klasifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
F3.4	<i>Kapasitas output</i>	Kecil (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 1	Berapa berat rata-rata modul?
		Sedang (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 2	
		Tinggi (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 3	
		Sangat tinggi (.....ton/hari)	<input type="checkbox"/> 4	
G	Erection			
G1	Peralatan las			
G1.1	Teknik pengelasan	Manual	<input type="checkbox"/> 1	Jenis las apa yang digunakan untuk proses erection?
		Semi otomatis	<input type="checkbox"/> 2	
		Otomatis	<input type="checkbox"/> 3	
		NC - Robotic	<input type="checkbox"/> 4	
G2	Workshop			
G2.1	Model workshop	Terbuka	<input type="checkbox"/> 1	Apa jenis lantai kerja workshop? (tanah/paving/beton)
		Tertutup atap, tanpa dinding	<input type="checkbox"/> 2	
		Tertutup atap dan dinding	<input type="checkbox"/> 3	
		Tertutup atap, dinding, dengan ventilasi dan peralatan bantu sirkulasi udara	<input type="checkbox"/> 4	

G2.2	Tata letak workshop	Bengkel terpisah dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana aliran proses pada workshop?
		Dalam satu bengkel dan aliran proses tidak searah	<input type="checkbox"/> 2	
		Bengkel terpisah dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 3	
		Dalam satu bengkel dan aliran proses searah	<input type="checkbox"/> 4	
G2.3	Buffer Area	Tidak ada area khusus / sangat terbatas	<input type="checkbox"/> 1	Bagaimana luasan buffer area?
		Tersedia area khusus namun kurang memadai	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia area khusus dengan fasilitas memadai	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia area khusus dengan fasilitas memadai dan tertutup	<input type="checkbox"/> 4	
G3	Dock			
G3.1	Jenis dock	Building berth dengan airbag	<input type="checkbox"/> 1	Jenis dock apa yang digunakan?
		Slipway	<input type="checkbox"/> 2	
		Dock apung (floating dock)	<input type="checkbox"/> 3	
		Graving dock	<input type="checkbox"/> 4	
G3.2	Kapasitas dock	Maksimum ukuran 1 kapal L<60m	<input type="checkbox"/> 1	Berapa kapasitas dock?
		Maksimum ukuran 1 kapal 60m<L<100m	<input type="checkbox"/> 2	
		Maksimum ukuran 1 kapal L>100m	<input type="checkbox"/> 3	
		Maksimum ukuran lebih dari 2 kapal L>100m	<input type="checkbox"/> 4	
G4	Material handling			
G4.1	Jig / dudukan blok	Menggunakan dudukan balok kayu	<input type="checkbox"/> 1	Model dudukan blok jenis apa yang digunakan?
		Menggunakan plat besi	<input type="checkbox"/> 2	
		Menggunakan jig khusus namun penganturan ketinggian membutuhkan balok tambahan	<input type="checkbox"/> 3	
		Menggunakan jig khusus dengan penganturan ketinggian mekanis atau hidrolis	<input type="checkbox"/> 4	
G4.2	Jenis material handling	Mobile crane	<input type="checkbox"/> 1	Material handling apa yang digunakan? Berapa kapasitasnya?
		Mobile crane dan transporter	<input type="checkbox"/> 2	
		Mobile crane, transporter, dan goliath crane	<input type="checkbox"/> 3	
		Transporter, LLC, dan goliath crane	<input type="checkbox"/> 4	
G5	Output Teknologi			
G5.1	Outfitting yang sudah terpasang	<60%	<input type="checkbox"/> 1	Berapa persen outfitting yang telah terpasang pada proses ini?
		60% - 70%	<input type="checkbox"/> 2	
		70% - 90%	<input type="checkbox"/> 3	
		>90%	<input type="checkbox"/> 4	

G5.2	Pelaksanaan acuration control	Pengukuran secara manual	<input type="checkbox"/> 1	Jenis alat apa yang digunakan untuk kontrol akurasi?
		Pengukuran dengan teodolit sederhana	<input type="checkbox"/> 2	
		Pengukuran dengan teodolit terkomputerisasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pengukuran dengan acuration control sistem dan erection simulation sistem	<input type="checkbox"/> 4	
G5.3	Rata-rata pengulangan pekerjaan	> 15 %	<input type="checkbox"/> 1	Berapa persentase rata-rata pengulangan pekerjaan pada proses erection?
		10% - 15%	<input type="checkbox"/> 2	
		5% - 10%	<input type="checkbox"/> 3	
		< 5%	<input type="checkbox"/> 4	
H	Outfitting			
H1	Bengkel mesin	Tidak ada bengkel khusus	<input type="checkbox"/> 1	Fasilitas apa saja yang tersedia pada bengkel mesin?
		Ada bengkel khusus dengan fasilitas terbatas	<input type="checkbox"/> 2	
		Ada bengkel khusus dengan fasilitas cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Ada bengkel khusus dengan fasilitas lengkap	<input type="checkbox"/> 4	
H2	Bengkel elektrik	Tidak ada bengkel khusus	<input type="checkbox"/> 1	Fasilitas apa saja yang tersedia pada bengkel elektrik?
		Ada bengkel khusus dengan fasilitas terbatas	<input type="checkbox"/> 2	
		Ada bengkel khusus dengan fasilitas cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Ada bengkel khusus dengan fasilitas lengkap	<input type="checkbox"/> 4	
H3	Pemotongan lubang tembusan	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Sudah berapa persen pemotongan lubang tembusan pada unit / piece part?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
H4	Instalasi Pipa	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Sudah berapa persen outfitting perpipaan yang telah terpasang pada block?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
H5	Instalasi Perlengkapan (tangga vertikal, railing, dsb)	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Sudah berapa persen komponen perlengkapan yang telah terpasang pada block?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
H6	Instalasi Peralatan Elektrik	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Sudah berapa persen outfitting elektrik yang telah terpasang pada block?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	

H7	Instalasi Mesin Bantu (steering gear, power generator, pompa)	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Komponen mesin bantu apa saja yang telah dipasang pada modul?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
H8	Instalasi Mesin Penggerak	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Komponen mesin penggerak apa saja yang telah dipasang pada modul?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
I	Block Blasting dan Painting			
I1	Pelaksanaan block blasting	Dilakukan di building berth terbuka setelah erection	<input type="checkbox"/> 1	Jenis alat blasting apa yang digunakan?
		Dilakukan di building berth terbuka sebelum erection	<input type="checkbox"/> 2	
		Dilakukan di area khusus yang terbuka sebelum erection	<input type="checkbox"/> 3	
		Dilakukan di bengkel khusus yang tertutup sebelum erection	<input type="checkbox"/> 4	
I2	Pelaksanaan pengecatan	Dilakukan di building berth terbuka setelah erection	<input type="checkbox"/> 1	Berapa persen bagian yang sudah dicat akhir (top coated) pada block? Jenis alat painting apa yang digunakan?
		Dilakukan di building berth terbuka sebelum erection	<input type="checkbox"/> 2	
		Dilakukan di area khusus yang terbuka sebelum erection	<input type="checkbox"/> 3	
		Dilakukan di bengkel khusus yang tertutup sebelum erection	<input type="checkbox"/> 4	
J	Testing (shop test & sea trial)			
J1	Pengujian Kebocoran Pipa	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Pengujian apa saja yang sudah dilakukan pada modul?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
J2	Pengujian Peralatan Elektrik	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Pengujian komponen elektrik apa saja yang sudah dilakukan pada modul?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
J3	Pengujian Mesin bantu	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Pengujian komponen mesin bantu apa saja yang sudah dilakukan pada modul?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
J4	Pengujian Mesin Penggerak	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Pengujian komponen mesin penggerak apa saja yang sudah dilakukan pada modul?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	

J5	Pengujian Non-Destructive-Test	On Board	<input type="checkbox"/> 1	Pengujian NDT apa saja yang sudah dilakukan pada modul?
		On Modul	<input type="checkbox"/> 2	
		On Block	<input type="checkbox"/> 3	
		On Unit	<input type="checkbox"/> 4	
J6	Prosedur Pengujian Kapal	Dilaksanakan Secara Formalitas	<input type="checkbox"/> 1	
		Dilaksanakan Sesuai Permintaan Owner / Class	<input type="checkbox"/> 2	
		Dilaksanakan Sesuai Schedule Project	<input type="checkbox"/> 3	
		Dilaksanakan Sesuai Standart Porsedur Pengujian	<input type="checkbox"/> 4	
K	Infrastruktur			
K1	Struktur jalan dalam galangan	Tanah padat	<input type="checkbox"/> 1	Berapa lebar jalan dalam galangan?
		Batu krikil	<input type="checkbox"/> 2	
		Paving block	<input type="checkbox"/> 3	
		Aspal / beton	<input type="checkbox"/> 4	
K2	Struktur jalan menuju galangan	Tanah padat	<input type="checkbox"/> 1	Berapa lebar jalan untuk akses menuju galangan?
		Batu krikil	<input type="checkbox"/> 2	
		Paving block	<input type="checkbox"/> 3	
		Aspal / beton	<input type="checkbox"/> 4	
K3	Gedung kantor	Bangunan semi permanen dengan fasilitas terbatas	<input type="checkbox"/> 1	Apakah semua fasilitas yang tersedia berfungsi normal sebagaimana mestinya?
		Bangunan permanen dengan fasilitas terbatas	<input type="checkbox"/> 2	
		Bangunan permanen dengan luas dan fasilitas cukup memadai	<input type="checkbox"/> 3	
		Bangunan permanen dengan luas, fasilitas memadai, dan nyaman	<input type="checkbox"/> 4	
K4	Tata letak galangan	Proses produksi mengalir tidak terarah dengan jelas	<input type="checkbox"/> 1	
		Proses produksi mengalir dan terarah dengan jelas, namun masing-masing workshop berjauhan satu sama lain	<input type="checkbox"/> 2	
		Proses produksi mengalir dan terarah dengan jelas, dan masing-masing workshop berdekatan satu sama lain	<input type="checkbox"/> 3	
		Proses produksi mengalir dan terarah dengan jelas, masing-masing workshop terintegrasi satu sama lain, penggunaan material handling efisien dan efektif	<input type="checkbox"/> 4	

4.b. Kuesioner Teknometrik Pengukuran Kesiapan Teknologi

Bagian : Humanware

Petunjuk pengisian :

- 1) Beri tanda "checkbox" pada kolom pilihan dan mohon jawab pertanyaan di kolom keterangan
- 2) Apabila aspek yang diukur tidak tersedia pada perusahaan, maka cukup kosongkan atau abaikan indikator ukuran
- 3) Apabila indikator ukuran pada suatu aspek yang diukur tidak ada yang sesuai dengan kondisi perusahaan, maka tuliskan kriteria pada kolom keterangan

No	Aspek	Indikator Pengukuran	Pilihan	Ket.
A	Perencanaan Produksi			
A1	Manajer Proyek			
A1.1	Kualifikasi manajer proyek	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek? Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
A2	Desain			
A2.1	Kualifikasi manajer desain	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek? Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	

A2.2	Kualifikasi design engineer	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek? Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
A2.3	Kualifikasi drafter	Mampu mengoperasikan software, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan software, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan software, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan software, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
A3	PPC			
A3.1	Kualifikasi manajer PPC	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek? Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
A3.2	Kualifikasi PPC engineer	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek? Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	

B		Persiapan Material		
B1	Kualifikasi Kepala Bengkel / Manager	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek? Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
B2	Kualifikasi operator mesin	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
C		Fabrikasi		
C1	Kualifikasi Kepala Bengkel / Manager	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek? Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	

C2	Kualifikasi Engineer / Supervisi	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
C3	Kualifikasi operator mesin marking & cutting	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
C4	Kualifikasi operator mesin bending	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
D	Sub-assembly			
D1	Kualifikasi Kepala Bengkel / Manager	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek?
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	Kuesioner pengukuran support humanware terlampir

D2	Kualifikasi Engineer / Supervisi	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
D3	Kualifikasi operator material handling	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
D4	Kualifikasi welder, fitter	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	

	Sertifikasi welder berdasarkan posisi pengelasan	1G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		2G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		3G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		4G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		5G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		6G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		1F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		2F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		3F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
	4F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :	
E	Block Assembly			
E1	Kualifikasi Kepala Bengkel / Manager	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek?
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
E2	Kualifikasi Engineer / Supervisi	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	

E3	Kualifikasi operator crane	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
E4	Kualifikasi welder, fitter	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
	Sertifikasi welder berdasarkan posisi pengelasan	1G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		2G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		3G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		4G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		5G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		6G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		1F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		2F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		3F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
4F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :		

F	Grand-block / Module Assembly			
F1	Kualifikasi Kepala Bengkel / Manager	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	<p>Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek?</p> <p>Kuesioner pengukuran support humanware terlampir</p>
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
F2	Kualifikasi Engineer / Supervisi	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
F3	Kualifikasi operator crane	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	

F4	Kualifikasi welder, fitter	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
	Sertifikasi welder berdasarkan posisi pengelasan	1G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		2G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		3G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		4G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		5G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		6G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		1F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		2F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
3F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :		
	4F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :	

G	Erection, Launching, dan Docking			
G1	Kualifikasi Kepala Bengkel / Manager	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	<p>Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek?</p> <p>Kuesioner pengukuran support humanware terlampir</p>
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
G2	Kualifikasi Dock Master	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	<p>Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek?</p> <p>Kuesioner pengukuran support humanware terlampir</p>
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
G3	Kualifikasi Engineer / Supervisi	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	<p>Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir</p>
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	

G4	Kualifikasi operator crane / transporter	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
G5	Kualifikasi welder, fitter	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
	Sertifikasi welder berdasarkan posisi pengelasan	1G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		2G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		3G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		4G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		5G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		6G	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		1F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		2F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		3F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :
		4F	<input type="checkbox"/> Ada	Jumlah :

H	Block Blasting dan Painting			
H1	Kualifikasi Kepala Bengkel / Manager	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek? Kuesioner pengukuran support humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
H2	Kualifikasi Engineer / Supervisi	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
H3	Kualifikasi operator mesin	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	

H4	Kualifikasi painter	Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 1	Kuesioner pengukuran contact humanware terlampir
		Mampu mengoperasikan mesin, tidak tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 2	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan tidak sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 3	
		Mampu mengoperasikan mesin, tersertifikasi, pendidikan sesuai bidang	<input type="checkbox"/> 4	
I	Testing (shop test & sea trial)			
I1	Kualifikasi Engineer, Supervisi, QC, Safety Engineer	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak memiliki sertifikat keahlian	<input type="checkbox"/> 1	
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan memiliki sertifikat keahlian	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak memiliki sertifikat keahlian	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan memiliki sertifikat keahlian	<input type="checkbox"/> 4	
I2	Kualifikasi Sea Trial Engineer	Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak memiliki sertifikat keahlian	<input type="checkbox"/> 1	
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan memiliki sertifikat keahlian	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tidak memiliki sertifikat keahlian	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan memiliki sertifikat keahlian	<input type="checkbox"/> 4	

J	Quality Assurance			
J1	Kualifikasi inspector	Pendidikan tidak sesuai bidang, belum berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 1	Apa tingkat pendidikannya? Pelatihan apa saja yang pernah diikuti? Berapa tahun pengalaman pada bidang manajemen proyek?
		Pendidikan tidak sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pendidikan sesuai bidang, belum berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 3	
		Pendidikan sesuai bidang, berpengalaman, dan tersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	Kuesioner pengukuran support humanware terlampir

Kriteria Pengukuran contact humanware

Posisi : operator / welder / fitter / teknisi / lainnya

Pendidikan terakhir :

Pengalaman kerja : Tahun ; Sebagai

Sertifikat yang dimiliki :

.....

No	Indikator	Kriteria Pengukuran	Skor	Keterangan
1	Kemampuan pengoperasian mesin	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
2	Kemampuan instalasi dan memperbaiki mesin	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
3	Kedisiplinan dan tanggung jawab	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
4	Kreatifitas dalam menyelesaikan masalah	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
5	Kemampuan untuk memenuhi target	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
6	Kesadaran dalam kerja tim	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
7	Kemampuan dalam menyelesaikan keputusan	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
8	Kemampuan bekerja sama	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	

Kriteria Pengukuran support humanware

Posisi jabatan : Direktur / ka.divisi / ka.dept / ka.bengkel / pimpro / manajer / lainnya

Bagian :

Pendidikan terakhir :

Pengalaman kerja : Tahun ; Sebagai

Sertifikat yang dimiliki :

.....

No	Indikator	Kriteria Pengukuran	Skor	Keterangan
1	Kemampuan mengendalikan produksi	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
2	Kemampuan analisa dan pengembangan sistem produksi	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
3	Kedisiplinan dan tanggung jawab	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
4	Kreatifitas dalam menyelesaikan masalah	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
5	Kemampuan untuk memenuhi target	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
6	Kesadaran dalam kerja tim	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
7	Kemampuan dalam menyelesaikan keputusan	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
8	Kemampuan bekerja sama	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	
9	Kepemimpinan	Sangat kurang	<input type="checkbox"/> 1	
		Kurang	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup	<input type="checkbox"/> 3	
		Baik	<input type="checkbox"/> 4	
		Sangat baik	<input type="checkbox"/> 5	

4.c. Kuesioner Teknometrik Pengukuran Kesiapan Teknologi

Bagian : Infoware

Petunjuk pengisian :

- 1) Beri tanda "checklist" pada kolom pilihan dan mohon jawab pertanyaan di kolom keterangan
- 2) Apabila aspek yang diukur tidak tersedia pada perusahaan, maka cukup kosongkan atau abaikan indikator ukuran
- 3) Apabila indikator ukuran pada suatu aspek yang diukur tidak ada yang sesuai dengan kondisi perusahaan, maka tuliskan kriteria pada kolom keterangan

No	Aspek	Indikator Pengukuran	Pilihan	Keterangan
A	Engineering Process			
A1	Perencanaan Produksi			
A1.1	Informasi software	Tersedia informasi untuk mengoperasikan software	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan software	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance software	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan software	<input type="checkbox"/> 4	
A1.2	Informasi hardware	Tersedia informasi untuk mengoperasikan hardware	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan hardware	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance hardware	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan hardware	<input type="checkbox"/> 4	
A2	Penjadwalan dan pengendalian			
A2.1	Informasi software	Tersedia informasi untuk mengoperasikan software	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan software	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance software	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan software	<input type="checkbox"/> 4	
A2.2	Informasi hardware	Tersedia informasi untuk mengoperasikan hardware	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan hardware	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance hardware	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan hardware	<input type="checkbox"/> 4	

B		Persiapan Material			
B1	Informasi mesin pelurusan plat	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?	
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2		
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3		
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4		
B2	<i>Informasi mesin blasting</i>	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?	
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2		
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3		
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4		
B3	<i>Informasi mesin base Coating</i>	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?	
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2		
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3		
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4		
C		Fabrikasi			
C1	Plat dan Profil				
C1.1	<i>Informasi mesin marking dan cutting</i>	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?	
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2		
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3		
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4		
C1.2	<i>Informasi mesin bending</i>	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?	
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2		
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3		
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4		
C1.3	<i>Informasi mesin material Handling</i>	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?	
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2		
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3		
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4		

C2	Pipa			
C2.1	Informasi mesin marking dan cutting	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
C2.2	Informasi mesin bending	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
C2.3	Informasi mesin material Handling	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
D	Sub-Assembly			
D1	Informasi mesin las	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
D2	Informasi mesin panel Handling	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
E	Block Assembly			
E1	Informasi mesin las	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
E2	Informasi mesin block Handling	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	

F	Grand-Block / Module Assembly			
F1	Informasi mesin las	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
F2	Informasi mesin module Handling	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
G	Erection			
G1	Informasi mesin las	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
G2	Informasi mesin Dock Material Handling	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
H	Outfitting			
H1	Informasi instruksi pekerjaan	Tersedia informasi sederhana menunjukan urutan perakitan	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi menunjukan urutan perakitan dan prosedur pengelasan	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi menunjukan urutan perakitan, prosedur pengelasan, dan integritas struktur secara 3D	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi menunjukan urutan perakitan, prosedur pengelasan, kebutuhan <i>consumable</i> , kebutuhan waktu, dan integritas struktur secara 3D	<input type="checkbox"/> 4	
H2	Informasi mesin Material Handling	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	

I		Block Blasting dan Painting		
I1	Informasi peralatan blasting	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
I2	Informasi peralatan pengecatan	Tersedia informasi untuk mengoperasikan mesin	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi untuk mengoptimalkan penggunaan mesin	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi untuk maintenance mesin	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi untuk mengembangkan mesin	<input type="checkbox"/> 4	
J		Testing (shop test & sea trial)		
J1	Informasi prosedur pengujian pada bengkel (shop test)	Tersedia informasi sederhana menunjukan tahapan	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi menunjukan tahapan dan kebutuhan waktu	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi menunjukan tahapan, kebutuhan alat, dan kebutuhan waktu	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi terintegrasi antar departemen, menunjukan tahapan, kebutuhan alat, dan kebutuhan waktu	<input type="checkbox"/> 4	
J2	Informasi prosedur pengujian on board	Tersedia informasi sederhana menunjukan tahapan	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Tersedia informasi menunjukan tahapan dan kebutuhan waktu	<input type="checkbox"/> 2	
		Tersedia informasi menunjukan tahapan, kebutuhan alat, dan kebutuhan waktu	<input type="checkbox"/> 3	
		Tersedia informasi terintegrasi antar departemen, menunjukan tahapan, kebutuhan alat, dan kebutuhan waktu	<input type="checkbox"/> 4	
J3	Informasi prosedur sea trial	Terdapat informasi dalam melaksanakan setiap tahapan pekerjaan	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Terdapat informasi dalam melaksanakan pekerjaan dan peralatan yang dibutuhkan sampai tercatat	<input type="checkbox"/> 2	
		Terdapat informasi dalam melaksanakan pekerjaan dan peralatan yang dibutuhkan dengan OS, Galangan, dan Class	<input type="checkbox"/> 3	
		Terdapat informasi terintegrasi terhadap pekerjaan dan peralatan antar departemen beserta OS dan Class	<input type="checkbox"/> 4	

K	Quality Assurance			
K1	Informasi Sistem Mutu	Informasi sistem mutu belum ada	<input type="checkbox"/> 1	Informasi apa saja yang tersedia?
		Informasi sistem mutu hanya terdapat pada kantor saja	<input type="checkbox"/> 2	
		Informasi sistem mutu terdapat pada seluruh divisi kerja tetapi belum diterapkan	<input type="checkbox"/> 3	
		Informasi sistem mutu terdapat pada seluruh divisi kerja dan sudah diterapkan sesuai standar mutu	<input type="checkbox"/> 4	

4.d. Kuesioner Teknometrik Pengukuran Kesiapan Teknologi

Bagian : Organware

Petunjuk pengisian :

- 1) Beri tanda "checkbox" pada kolom pilihan
- 2) Apabila aspek yang diukur tidak tersedia pada perusahaan, maka cukup kosongkan atau abaikan indikator ukuran
- 3) Apabila indikator ukuran pada suatu aspek yang diukur tidak ada yang sesuai dengan kondisi perusahaan, maka tuliskan kriteria pada kolom keterangan

No	Aspek	Indikator Pengukuran	Pilihan	Ket.
A	Struktur dan Budaya Organisasi			
A1	Otonomi perusahaan	Otonomi perusahaan induk (anak perusahaan)	<input type="checkbox"/> 1	
		Otonomi perusahaan dengan kontrol dari perusahaan induk (anak perusahaan)	<input type="checkbox"/> 2	
		Kontrol sistem kerja sama antar perusahaan (anggota grup)	<input type="checkbox"/> 3	
		Otonomi perusahaan sepenuhnya (berdiri sendiri)	<input type="checkbox"/> 4	
A2	Struktur Organisasi perusahaan dan organisasi proyek	Terpenuhinya spesialisasi dan pembagian kerja, tidak ada pengelompokan rantai komando dan rentang kendali, serta tidak ada pendelegasian wewenang	<input type="checkbox"/> 1	
		Terpenuhinya spesialisasi dan pembagian kerja, ada pengelompokan rantai komando tetapi tidak ada rentang kendali dan pendelegasian wewenang	<input type="checkbox"/> 2	
		Terpenuhinya spesialisasi dan pembagian kerja, ada pengelompokan rantai komando dan rentang kendali, tetapi tidak ada pendelegasian wewenang	<input type="checkbox"/> 3	
		Terpenuhinya spesialisasi dan pembagian kerja, ada pengelompokan rantai komando dan rentang kendali yang jelas, dan ada pendelegasian wewenang	<input type="checkbox"/> 4	
A3	Pembagian divisi kerja	Pembagian mengikuti struktur kerja yang umum digunakan	<input type="checkbox"/> 1	
		Pembagian berdasarkan pokok pekerjaan utama proses produksi	<input type="checkbox"/> 2	
		Pembagian kerja berdasarkan definisi pekerjaan hull, outfitting, dan painting	<input type="checkbox"/> 3	
		Pembagian kerja terintegrasi detail pembangunan berdasarkan IHOP	<input type="checkbox"/> 4	

A4	Kebijakan dan prosedur untuk melaksanakan akuntabilitas pada pemangku kepentingan	Perlu perbaikan mendasar / menyeluruh	<input type="checkbox"/> 1	
		Perlu perbaikan pada beberapa aspek	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup baik namun perlu sedikit perbaikan	<input type="checkbox"/> 3	
		Perusahaan memiliki kebijakan dan prosedur untuk melaksanakan akuntabilitas pada pemangku kepentingan yang baik, dan perlu dipertahankan	<input type="checkbox"/> 4	
A5	Prosedur administratif	Perlu perbaikan mendasar / menyeluruh	<input type="checkbox"/> 1	
		Perusahaan memiliki SOP administratif	<input type="checkbox"/> 2	
		Perusahaan memiliki SOP administratif dan dilaksanakan secara konsisten	<input type="checkbox"/> 3	
		Perusahaan memiliki SOP administratif, dilaksanakan secara konsisten, dan secara rutin ditinjau dan diperbaharui	<input type="checkbox"/> 4	
B	Manajemen Mutu			
B1	Sistem Manajemen Mutu Perusahaan	Belum memiliki sistem manajemen mutu	<input type="checkbox"/> 1	
		Sudah terdapat sistem manajemen mutu tetapi hanya diterapkan secara parsial pada setiap project	<input type="checkbox"/> 2	
		Sudah terdapat sistem manajemen mutu dan diterapkan pada seluruh departemen	<input type="checkbox"/> 3	
		Sistem manajemen mutu telah diterapkan secara keseluruhan di perusahaan	<input type="checkbox"/> 4	
B2	Implementasi sistem manajemen operasional dan sistem manajemen mutu	Berdasarkan ISO namun implementasi masih minim	<input type="checkbox"/> 1	
		Implementasi ISO cukup	<input type="checkbox"/> 2	
		Implementasi ISO baik	<input type="checkbox"/> 3	
		Implementasi ISO optimal	<input type="checkbox"/> 4	
B3	Mekanisme jaminan kualitas	Dilakukan pada tahap produksi akhir	<input type="checkbox"/> 1	
		Dilakukan pada tiap tahap oleh pekerja dan pengawasan QA	<input type="checkbox"/> 2	
		Perusahaan memiliki sertifikat ISO 9000	<input type="checkbox"/> 3	
		Perusahaan memiliki sertifikat ISO 9000 dan TQM (Total Quality Management)	<input type="checkbox"/> 4	
B4	Posisi QA pada struktur organisasi	Dibawah kepala bengkel	<input type="checkbox"/> 1	
		Dibawah manajer proyek / PimPro	<input type="checkbox"/> 2	
		Independent dibawah Direktur Produksi	<input type="checkbox"/> 3	
		Independent dibawah Direktur Utama	<input type="checkbox"/> 4	
B5	Implementasi audit standar Mutu	Berdasarkan periode waktu tahunan	<input type="checkbox"/> 1	
		Berdasarkan periode waktu bulanan	<input type="checkbox"/> 2	
		Berdasarkan perkembangan sistem manajemen mutu	<input type="checkbox"/> 3	
		Berdasarkan jumlah kejadian dalam periode bulanan	<input type="checkbox"/> 4	

C Fasilitas Kerja				
C1	Pengembangan keahlian	Informal training	<input type="checkbox"/> 1	
		Pelatihan internal jangka pendek	<input type="checkbox"/> 2	
		Pelatihan internal dan eksternal jangka pendek	<input type="checkbox"/> 3	
		Mendukung pelatihan eksternal jangka panjang bersertifikasi	<input type="checkbox"/> 4	
C2	Penyebaran informasi	Sistem informasi manual yang dapat diakses pada level departemen	<input type="checkbox"/> 1	
		Sistem informasi manual yang dapat diakses pada level perusahaan	<input type="checkbox"/> 2	
		Sistem informasi perusahaan yang dapat diakses melalui internet	<input type="checkbox"/> 3	
		Sistem informasi dari akses database komersial	<input type="checkbox"/> 4	
D Evaluasi Kerja				
D1	Mekanisme pengendalian material dan komponen kapal	Secara manual	<input type="checkbox"/> 1	
		Laporan bulanan dengan toleransi waktu	<input type="checkbox"/> 2	
		Laporan mingguan dengan toleransi waktu	<input type="checkbox"/> 3	
		Laporan berdasarkan proses tahapan pengerjaan bangunan baru	<input type="checkbox"/> 4	
D2	Mekanisme pengendalian biaya	Secara manual	<input type="checkbox"/> 1	
		Laporan bulanan technoware dan humanware terkait biaya dan analisa dengan toleransi waktu	<input type="checkbox"/> 2	
		Laporan mingguan technoware dan humanware terkait biaya dan analisa dengan toleransi waktu	<input type="checkbox"/> 3	
		Laporan harian technoware dan humanware terkait biaya dan analisa yang terkomputerisasi	<input type="checkbox"/> 4	
D3	Pelaksanaan monitoring, evaluasi, dan audit	Perlu perbaikan mendasar / menyeluruh	<input type="checkbox"/> 1	
		Perlu perbaikan pada beberapa aspek	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup baik namun perlu sedikit perbaikan	<input type="checkbox"/> 3	
		Manajemen melaksanakan monitoring, evaluasi, dan audit secara rutin dengan baik, dan perlu dipertahankan	<input type="checkbox"/> 4	
D4	Kesesuaian perencanaan dengan hasil produksi	Perlu banyak perbaikan untuk mencapai target	<input type="checkbox"/> 1	
		Perlu perbaikan pada beberapa aspek	<input type="checkbox"/> 2	
		Cukup baik namun perlu sedikit perbaikan untuk mencapai target	<input type="checkbox"/> 3	
		Sesuai target perencanaan waktu maupun kualitas	<input type="checkbox"/> 4	
E Pengembangan program				
E1	Mekanisme pengembangan operasional	Pengembangan diajukan oleh manajer / direktur	<input type="checkbox"/> 1	
		Pengembangan diajukan oleh staf teknik	<input type="checkbox"/> 2	
		Pengembangan diajukan oleh QA / QC	<input type="checkbox"/> 3	
		Pengembangan diajukan berdasarkan konsep kualitas yang telah disetujui	<input type="checkbox"/> 4	

E2	Mekanisme perencanaan peningkatan fasilitas teknologi dan sistem informasi di perusahaan	Perbaikan diajukan oleh manajer berdasarkan analisis pribadi / perhatian batasan finansial	<input type="checkbox"/> 1	
		Perbaikan diajukan oleh konsultan eksternal	<input type="checkbox"/> 2	
		Perbaikan diajukan oleh sebuah tim manajemen dari divisi khusus	<input type="checkbox"/> 3	
		Perbaikan diajukan oleh sebuah tim manajemen dari divisi khusus dan dipimpin oleh direktur	<input type="checkbox"/> 4	
F	Kesehatan dan Keselamatan Kerja			
F1	Implementasi standar keselamatan dan keselamatan kerja	Berdasarkan ISO namun implementasi masih minim	<input type="checkbox"/> 1	
		Implementasi ISO cukup	<input type="checkbox"/> 2	
		Implementasi ISO baik	<input type="checkbox"/> 3	
		Implementasi ISO optimal	<input type="checkbox"/> 4	
F2	Implementasi manajemen resiko	Berdasarkan ISO namun implementasi masih minim	<input type="checkbox"/> 1	
		Implementasi ISO cukup	<input type="checkbox"/> 2	
		Implementasi ISO baik	<input type="checkbox"/> 3	
		Implementasi ISO optimal	<input type="checkbox"/> 4	
G	Hubungan Eksternal			
G1	Hubungan dengan pemangku kepentingan	Perlu adanya perbaikan yang mendasar	<input type="checkbox"/> 1	
		Perusahaan dianggap kredibel oleh pemangku kepentingan	<input type="checkbox"/> 2	
		Perusahaan dianggap kredibel dan bermanfaat atau berdampak positif bagi pemangku kepentingan	<input type="checkbox"/> 3	
		Perusahaan dianggap kredibel dan bermanfaat atau berdampak positif bagi pemangku kepentingan serta memiliki tujuan yang sama	<input type="checkbox"/> 4	
G2	Kolaborasi antar perusahaan	Belum berkolaborasi	<input type="checkbox"/> 1	
		Perusahaan memiliki jaringan kerja sama skala regional	<input type="checkbox"/> 2	
		Perusahaan memiliki jaringan kerja sama skala nasional	<input type="checkbox"/> 3	
		Perusahaan memiliki jaringan kerja sama skala internasional	<input type="checkbox"/> 4	
G3	Kolaborasi dengan pihak pendanaan	Perlu adanya perbaikan yang mendasar	<input type="checkbox"/> 1	
		Perusahaan dianggap kredibel oleh pihak pendanaan	<input type="checkbox"/> 2	
		Perusahaan dianggap kredibel dan bermanfaat atau berdampak positif bagi pihak pendanaan	<input type="checkbox"/> 3	
		Perusahaan dianggap kredibel dan bermanfaat atau berdampak positif bagi pihak pendanaan serta menjadi partner kunci	<input type="checkbox"/> 4	

Perhitungan Derajat Kecanggihan Technoware

No.	Pilihan	Skor	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot				
A												
A1.1.1	4	7	7	9	0.72	0.875556	0.2165783	0.189626				
A1.1.2	4	7	7	9								
A1.2.1	4	8	7	9								
A1.2.2	4	8	7	9								
A1.2.3	3	6	5	7								
A1.2.4	4	7	7	9								
A1.2.5	4	7	7	9								
A1.3.1	4	8	7	9								
A2.1.1	4	7	7	9								
A2.1.2	4	7	7	9								
A2.1.3	4	7	7	9								
A2.1.4	4	8	7	9								
A2.2.1	3	6	5	7								
A2.2.2	3	7	5	7								
A2.3.1	4	8	7	9								
B			####	####								
B1.1	3	7	5	7	0.75	0.888889	0.0294405	0.026169				
B1.2	4	8	7	9								
B2.1	3	7	5	7								
B2.2	4	8	7	9								
B2.3	4	8	7	9								
B3.1	3	7	5	7								
C			####	####								
C1.1	3	6	5	7	0.7	0.866667	0.0397154	0.03442				
C1.2	3	7	5	7								
C1.3	4	7	7	9								
C2.1	3	6	5	7								
C2.2	3	6	5	7								
C2.3	4	7	7	9								
C3.1	4	7	7	9								
C3.2	4	9	7	9								
C4.1	4	8	7	9								
C4.2	3	7	5	7								
C4.3	3	7	5	7								
C4.4	3	7	5	7								
D			####	####								
D1.1	2	5	3	5					0.714286	0.809524	0.0577716	0.046767
D2.1	4	7	7	9								
D2.2	4	9	7	9								
D2.3	3	7	5	7								
D2.4	4	7	7	9								
D3.1	4	8	7	9								
D3.2	3	7	5	7								

E			####	####				
E1.2	2	5	3	5	0.7	0.8	0.0799575	0.063966
E1.2	3	7	5	7				
E2.1	4	7	7	9				
E2.2	4	9	7	9				
E2.3	4	7	7	9				
E2.4	4	8	7	9				
E2.5	4	7	7	9				
E3.1	4	7	7	9				
E3.2	3	7	5	7				
E3.3	3	6	5	7				
E3.4	3	7	5	7				
F			####	####				
F1.1	2	5	3	5	0.718182	0.812121	0.133823	0.108681
F1.2	3	7	5	7				
F2.1	4	7	7	9				
F2.2	4	9	7	9				
F2.3	2	5	3	5				
F2.4	4	8	7	9				
F2.5	4	8	7	9				
F3.1	4	8	7	9				
F3.2	4	7	7	9				
F3.3	3	7	5	7				
F3.4	4	8	7	9				
G			####	####				
G1.1	2	5	3	5	0.681818	0.787879	0.1273394	0.100328
G2.1	2	4	3	5				
G2.2	3	7	5	7				
G2.3	2	5	3	5				
G3.1	4	9	7	9				
G3.2	4	8	7	9				
G4.1	3	7	5	7				
G4.2	4	8	7	9				
G5.1	3	7	5	7				
G5.2	4	8	7	9				
G5.3	3	7	5	7				
H			####	####				
H1	4	7	7	9	0.6125	0.741667	0.1854545	0.137545
H2	4	7	7	9				
H3	4	8	7	9				
H4	3	7	5	7				
H5	2	5	3	5				
H6	2	5	3	5				
H7	2	5	3	5				
H8	2	5	3	5				

I			####	####				
I1	4	8	7	9	0.8	0.955556	0.0619546	0.059201
I2	4	8	7	9				
J			####	####				
J1	4	8	7	9	0.616667	0.744444	0.0394787	0.02939
J2	2	5	3	5				
J3	2	5	3	5				
J4	2	5	3	5				
J5	3	7	5	7				
J6	4	7	7	9				
K			####	####				
K1	4	8	7	9	0.8	0.955556	0.0284864	0.02722
K2	4	8	7	9				
K3	4	7	7	9				
K4	4	9	7	9				
Derajat Kecanggihan								0.823314

Perhitungan Derajat Kecanggihan Humanware

No.	Pilihan	Skor	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot
A								
A1.1	2	5	3	5	0.666667	0.777778	0.2151256	0.16732
A2.1	4	7	7	9				
A2.2	4	7	7	9				
A2.3	3	6	5	7				
A3.1	4	8	7	9				
A3.2	4	7	7	9				
B			####	####				
B1	2	5	3	5	0.55	0.577778	0.0315722	0.018242
B2	3	6	5	7				
C			####	####				
C1	3	7	5	7	0.733333	0.881481	0.0430336	0.037933
C2	3	7	5	7				
C3	4	8	7	9				
C4	3	6	5	7				
D			####	####				
D1	3	7	5	7	0.675	0.783333	0.0614388	0.048127
D2	3	7	5	7				
D3	2	5	3	5				
D4	4	8	7	9				
E			####	####				
E1	4	7	7	9	0.65	0.766667	0.0726345	0.055686
E2	3	7	5	7				
E3	2	5	3	5				
E4	4	7	7	9				

F			####	####				
F1	4	7	7	9	0.675	0.855556	0.1068468	0.091413
F2	3	7	5	7				
F3	3	6	5	7				
F4	4	7	7	9				
G			####	####				
G1	4	8	7	9	0.76	0.893333	0.0955704	0.085376
G2	4	8	7	9				
G3	4	7	7	9				
G4	3	7	5	7				
G5	4	8	7	9				
H			####	####				
H1	4	7	7	9	0.7	0.866667	0.0682395	0.059141
H2	3	7	5	7				
H3	3	7	5	7				
H4	3	7	5	7				
I			####	####				
I1	4	8	7	9	0.8	0.955556	0.1296849	0.123921
I2	4	8	7	9				
J			####	####				
J1	4	7	7	9	0.7	0.933333	0.1758537	0.16413
Derajat Kecangghian								0.85129

Perhitungan Derajat Kecangghian Infoware

No.	Pilihan	Skor	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot
A								
A1.1	4	8	7	9	0.75	0.944444	0.1841452	0.173915
A1.2	4	7	7	9				
A2.1	4	8	7	9				
A2.2	4	7	7	9				
B			####	####				
B1	3	6	5	7	0.6	0.688889	0.019896	0.013706
B2	3	6	5	7				
B3	3	6	5	7				
C			####	####				
C1.1	4	7	7	9	0.633333	0.696296	0.029972	0.020869
C1.2	3	6	5	7				
C1.3	3	6	5	7				
C2.1	4	7	7	9				
C2.2	3	6	5	7				
C2.3	3	6	5	7				
D			####	####				
D1	4	7	7	9	0.65	0.844444	0.0480507	0.040576
D2	3	6	5	7				

E			####	####					
E1	4	7	7	9	0.65	0.844444	0.0699372	0.059058	
E2	3	6	5	7					
F			####	####					
F1	4	7	7	9	0.65	0.844444	0.1192753	0.100721	
F2	3	6	5	7					
G			####	####					
G1	4	7	7	9	0.65	0.844444	0.1128366	0.095284	
G4	3	6	5	7					
H			####	####					
H1	4	8	7	9	0.7	0.866667	0.1649926	0.142994	
H2	3	6	5	7					
I			####	####					
I1	3	6	5	7	0.65	0.844444	0.0510359	0.043097	
I2	3	7	5	7					
J			####	####					
J1	4	7	7	9	0.733333	0.940741	0.0342722	0.032241	
J2	4	7	7	9					
J3	4	8	7	9					
K			####	####					
K1	4	8	7	9	0.8	0.955556	0.1655863	0.158227	
Derajat Kecanggihan									0.722462

Perhitungan Derajat Kecanggihan Organware

No.	Pilihan	Skor	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot
A								
A1	2	5	3	5	0.68	0.786667	0.0917102	0.072145
A2	4	7	7	9				
A3	3	7	5	7				
A4	4	8	7	9				
A5	4	7	7	9				
B			####	####				
B1	3	6	5	7	0.68	0.857778	0.211436	0.181365
B2	3	7	5	7				
B3	3	7	5	7				
B4	4	9	7	9				
B5	2	5	3	5				
C			####	####				
C1	4	7	7	9	0.7	0.866667	0.0712371	0.061739
C2	3	7	5	7				

D			####	####				
D1	3	6	5	7	0.633333	0.837037	0.1218135	0.101962
D2	3	6	5	7				
D3	4	7	7	9				
D4	3	6	5	7				
E			####	####				
E1	4	8	7	9	0.65	0.766667	0.211436	0.162101
E2	2	5	3	5				
F			####	####				
F1	3	7	5	7	0.7	0.933333	0.1425777	0.133072
F2	3	7	5	7				
G			####	####				
G1	3	6	5	7	0.633333	0.837037	0.1497894	0.125379
G2	4	7	7	9				
G3	3	6	5	7				
Derajat Kecanggihan								0.837764

Perhitungan Nilai TCC

Intensitas

	T	H	I	O
T	1	5	3	1
H	0.2	1	0.33	0.33
I	0.33	3	1	1
O	1	3	1	1
Sum	2.53	12	5.33	3.33

	T	H	I	O	Bobot
T	0.395	0.417	0.563	0.300	0.419
H	0.079	0.083	0.062	0.099	0.081
I	0.130	0.250	0.188	0.300	0.217
O	0.395	0.250	0.188	0.300	0.283
Sum	1	1	1	1	1

Nilai TCC

Komponen Teknologi	Intensitas	Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi	TCC
Technoware	0.419	0.823	0.806
Humanware	0.081	0.851	
Inforware	0.217	0.722	
Orgaware	0.283	0.838	
Rasio Konsistensi	0.048		

Lampiran 5.

**Skema Tahap Pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs Secara
Paralel dengan Sistem Modular**

LAYOUT DIVISI KAPAL NIAGA PT. PAL INDONESIA

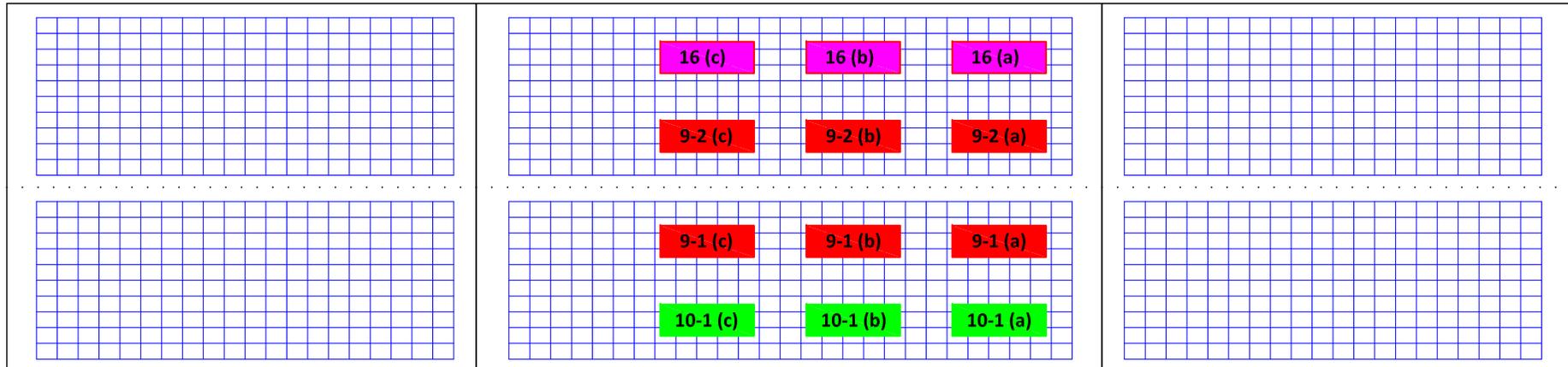


Januari - Februari

Grand Assembly Shop

Assembly Shop

Sub-assembly Shop

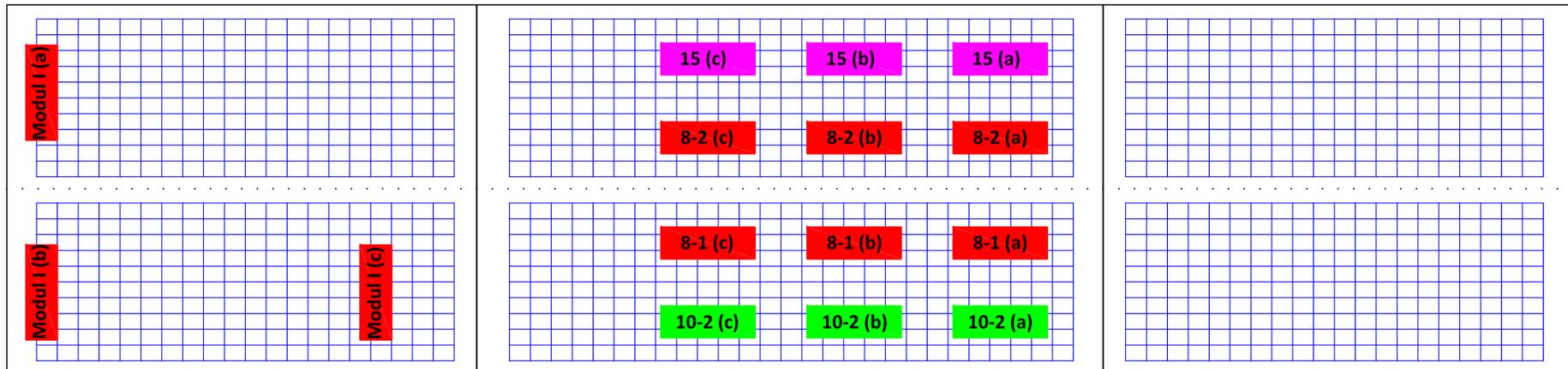


Februari - Maret

Grand Assembly Shop

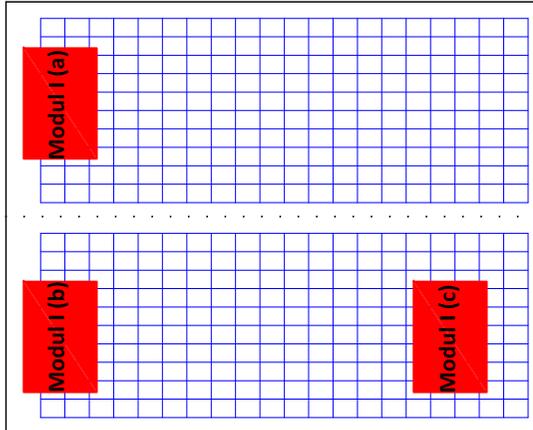
Assembly Shop

Sub-assembly Shop

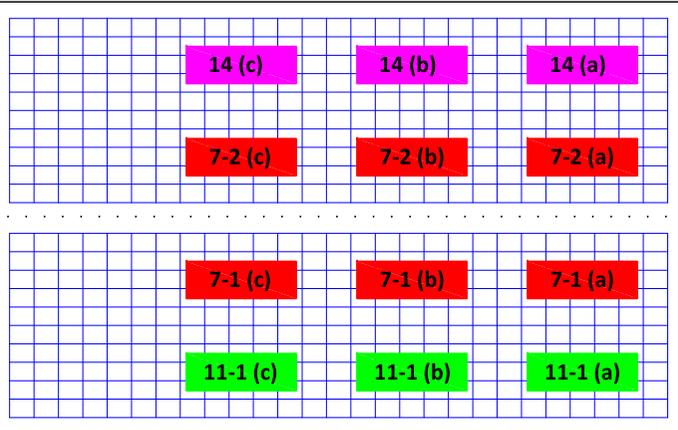


April - Mei

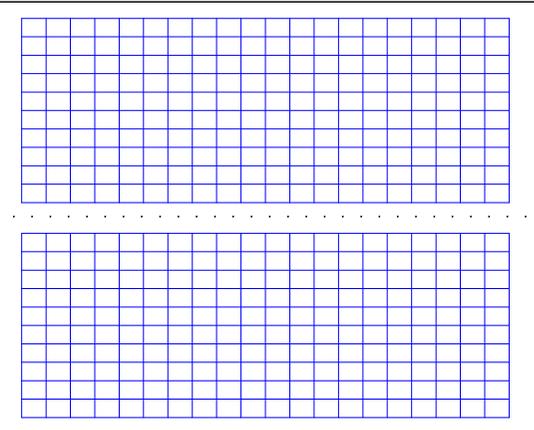
Grand Assembly Shop



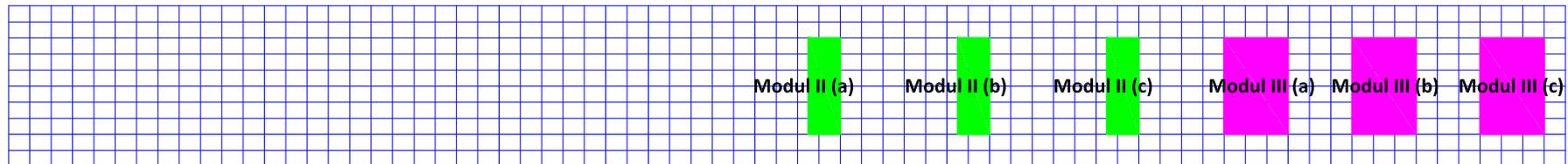
Assembly Shop



Sub-assembly Shop

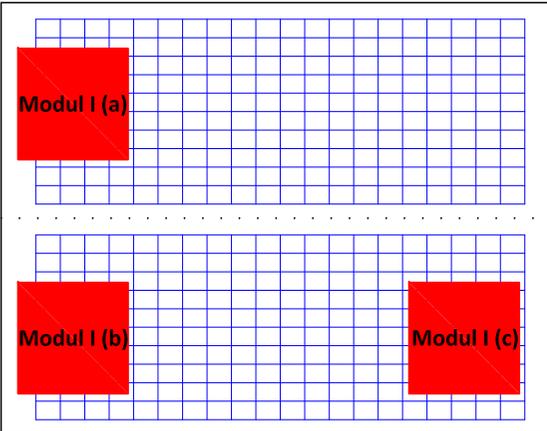


Building Berth

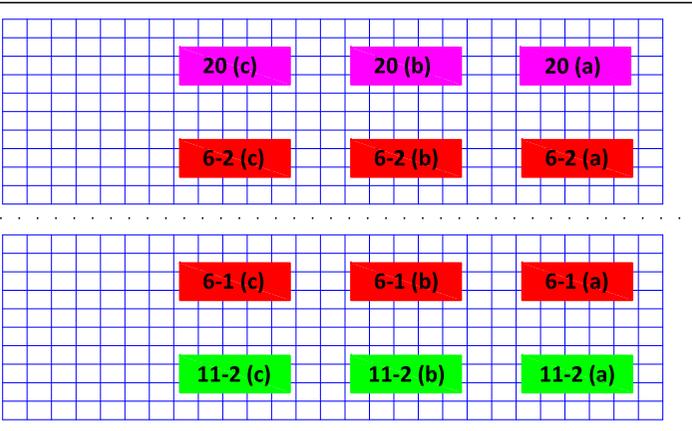


Mei - Juni

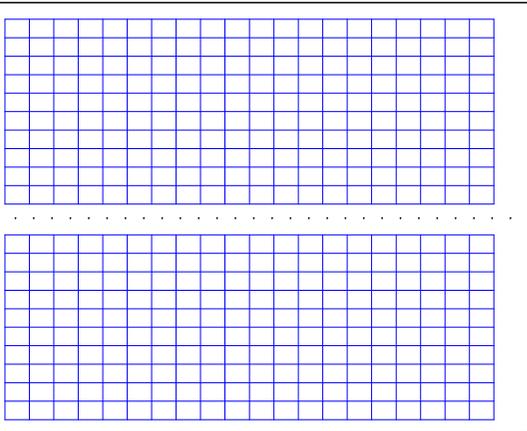
Grand Assembly Shop



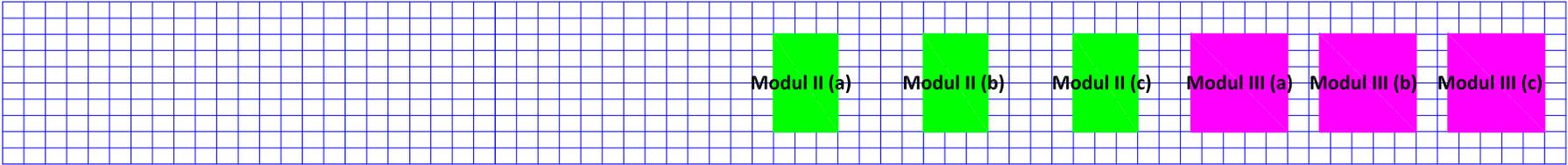
Assembly Shop



Sub-assembly Shop

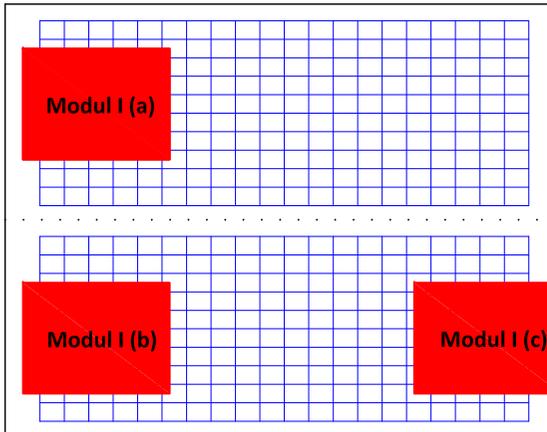


Building Berth

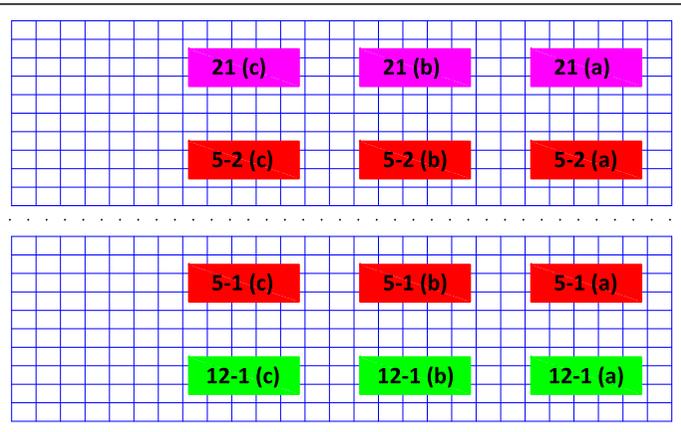


Juli - Agustus

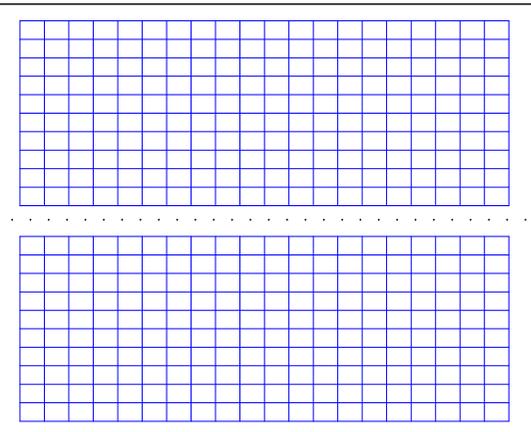
Grand Assembly Shop



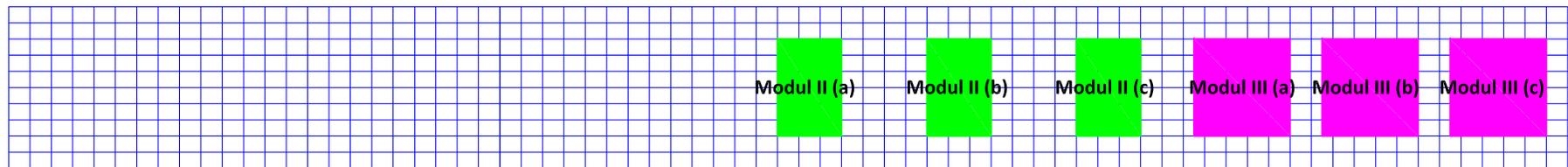
Assembly Shop



Sub-assembly Shop



Building Berth

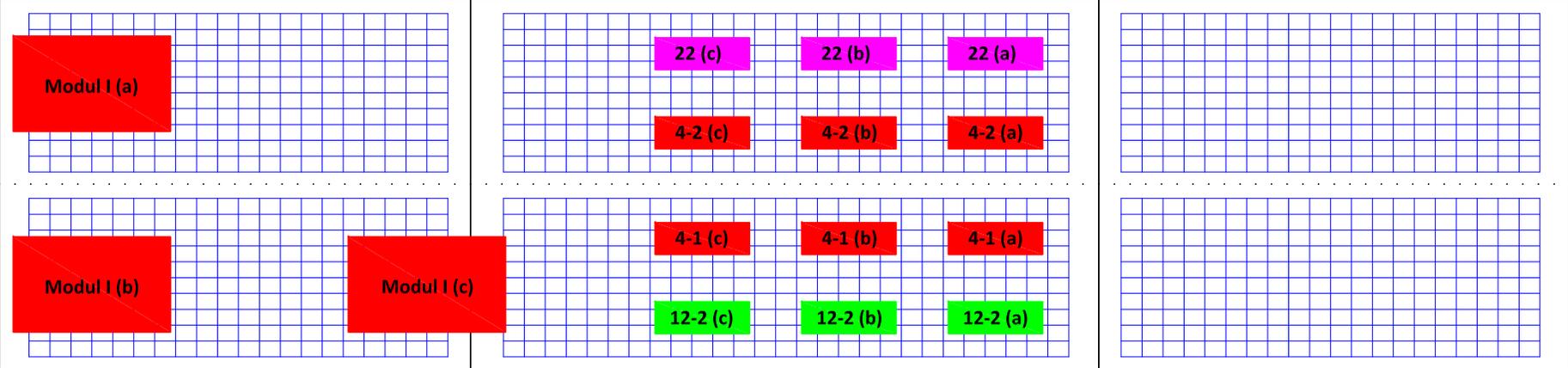


Agustus - September

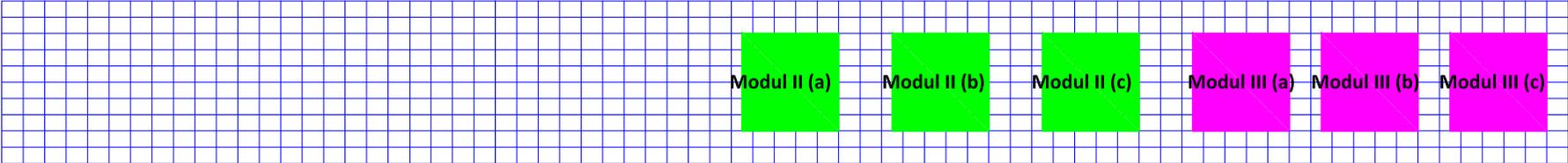
Grand Assembly Shop

Assembly Shop

Sub-assembly Shop



Building Berth

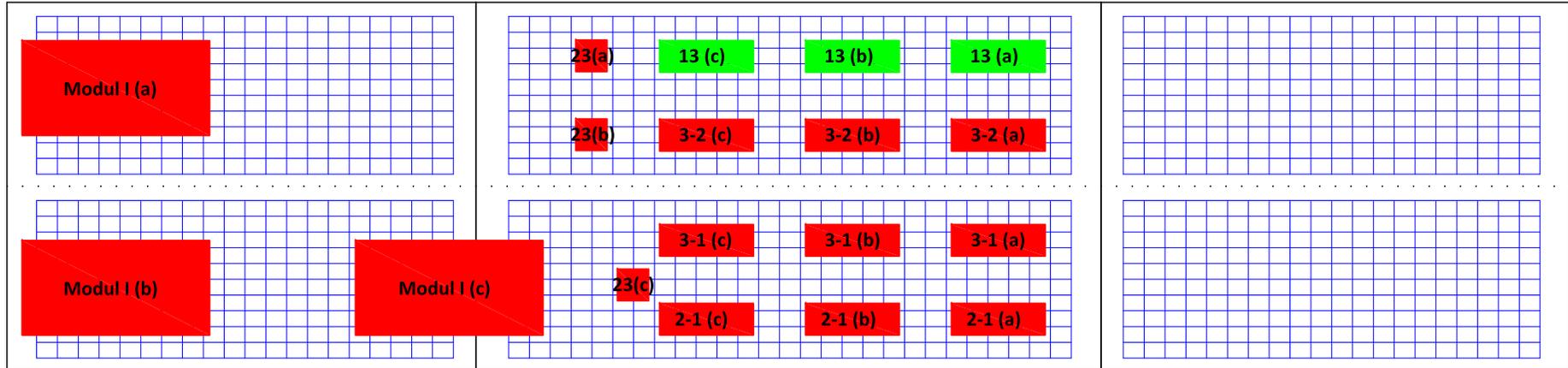


September - Oktober

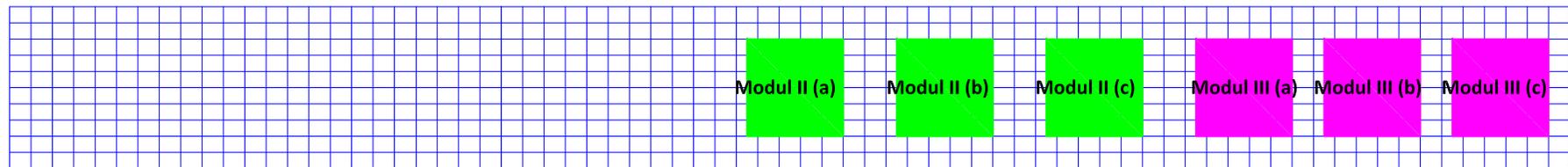
Grand Assembly Shop

Assembly Shop

Sub-assembly Shop

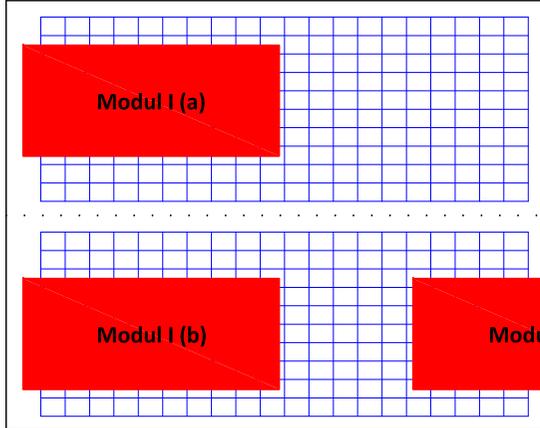


Building Berth

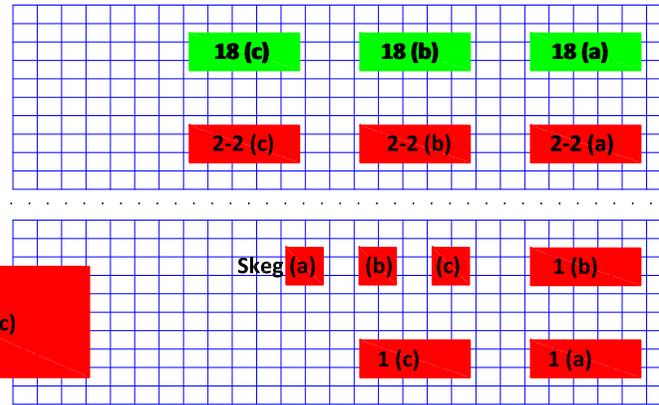


Oktober - Nopember

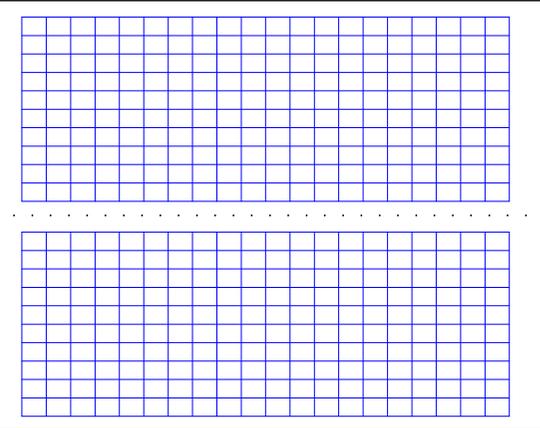
Grand Assembly Shop



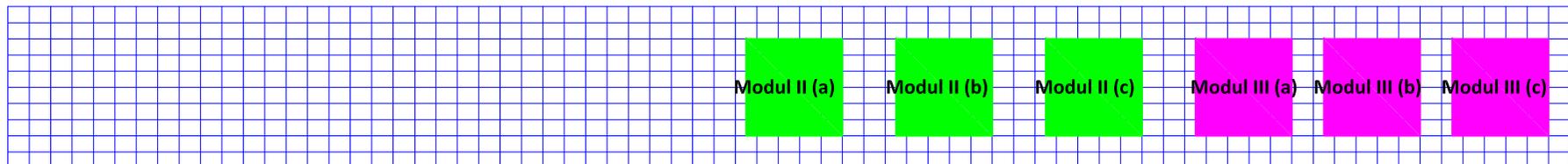
Assembly Shop



Sub-assembly Shop



Building Berth

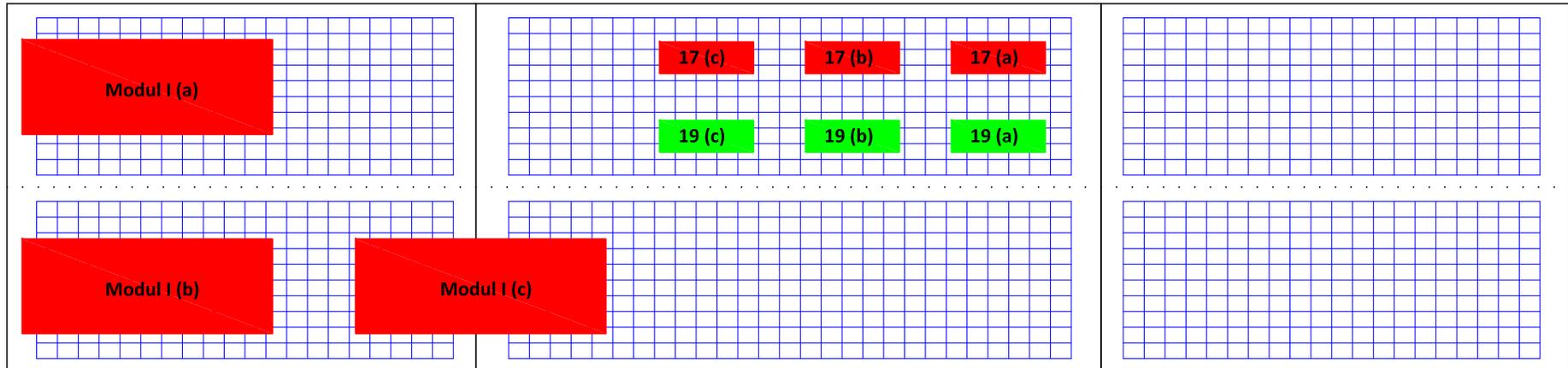


Nopember - Desember

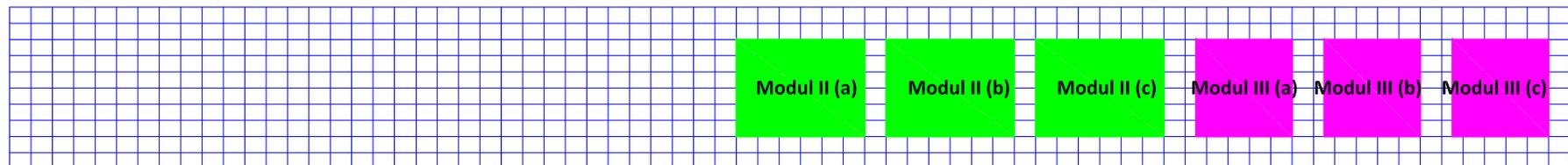
Grand Assembly Shop

Assembly Shop

Sub-assembly Shop



Building Berth

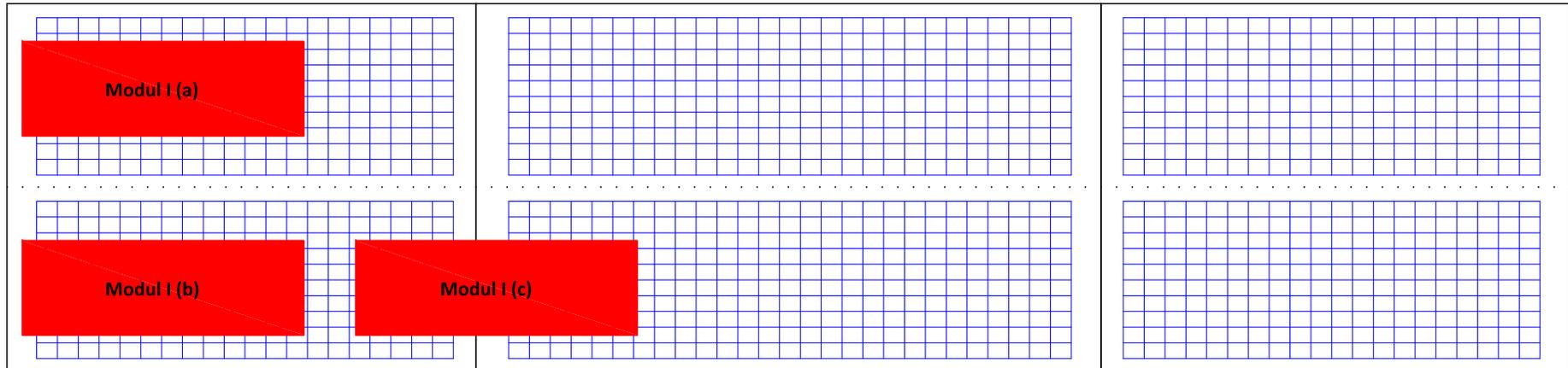


Desember - Januari

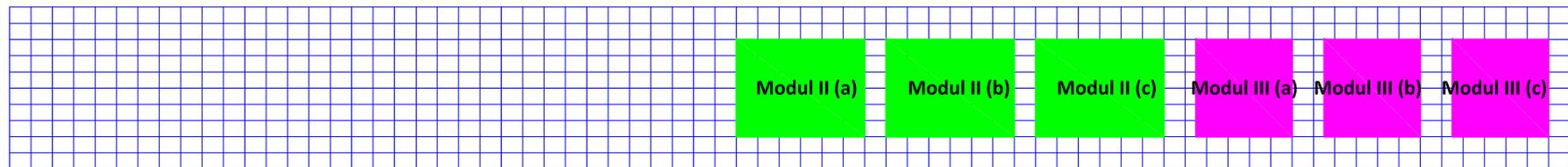
Grand Assembly Shop

Assembly Shop

Sub-assembly Shop



Building Berth





Ship Lift

Google



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 6 Oktober 1991. Penulis adalah anak terakhir dari 3 bersaudara. Sebelum penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Magister Departemen Teknik Perkapalan pada tahun 2015, penulis juga menempuh pendidikan di Program S1 Departemen Teknik Perkapalan tahun 2009 lewat jalur PMDK dengan, penulis menempuh pendidikan di SDN 01 Kelapa Gading Timur (1998-2003). Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SLTP Negeri 123 Jakarta (2003-2006). Pendidikan selanjutnya di SMAN 45 Jakarta Utara (2006-2009). Selama menempuh pendidikan di kampus ITS, penulis mengikuti cukup banyak aktifitas dalam kampus maupun luar kampus. Kegiatan dalam kampus yang diikuti meliputi organisasi seperti aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL) 2011-2012.

Email : noor.virliantarto@gmail.com