

PENGUKURAN KESIAPAN TEKNOLOGI UNTUK PEMBANGUNAN KAPAL KONTAINER 100 TEUS DENGAN SISTEM MODULAR DI PT. PAL INDONESIA

Measurement of Technology Readiness for Container Ship 100 TEUs Building with Modular System at PT. PAL Indonesia

Noor Virliantarto¹, Buana Ma'ruf², Ketut Suastika³

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Teknologi Kelautan, ITS Surabaya

²Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim, BPPT

³Dosen Program Pascasarjana Teknologi Kelautan, ITS Surabaya

Email: noor.virliantarto@gmail.com

Diterima: 5 Mei 2017; Direvisi: 11 Juli 2017; Disetujui: 24 Juli 2017

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 massal dengan sistem modular, dimana teknologi modular adalah implementasi dari konsep *Product-oriented Work Breakdown Structure* (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 makalah ini dilakukan pengukuran kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia dengan metode pengukuran model teknometrik untuk pembangunan kapal kontainer secara massal dengan sistem modular, di mana teknometrik membagi empat komponen teknologi yang terdiri dari *technoware*, *humanware*, *inforware*, dan *orgaware*. Dari hasil pengukuran tersebut, PT. PAL Indonesia dapat dikatakan siap untuk melakukan pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs secara massal dengan sistem modular dengan rekomendasi pengembangan galangan kapal, antara lain pemanfaatan lahan sebagai *buffer area*, melakukan *transfer of technology* pada SDM, dan mengintegrasikan sistem informasi.

Kata kunci: kapal kontainer, sistem modular, teknometrik, kesiapan teknologi

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 Product-oriented Work Breakdown Structure (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 paper, 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 measurements, PT. PAL Indonesia are ready to mass build 100 TEUs container vessels and provide recommendations for the development of shipyards, including land use as a buffer area, transfer of technology to human resources, and integrate the information systems.

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

PENDAHULUAN

Dilihat dari jumlah kebutuhan kapal di Indonesia, industri galangan kapal memiliki peluang pasar yang terus menerus. Meskipun memiliki potensi dan peluang pasar yang terus menerus, menurut Ma'ruf (2006) untuk bersaing secara global industri kapal di Indonesia hanya merebut pangsa pasar 0,35%-0,5% pangsa pasar pembangunan kapal di dunia. Untuk meningkatkan daya saing galangan kapal Nasional di mata dunia, diperlukan pengembangan teknologi, standarisasi tipe dan ukuran kapal, serta masing-masing galangan kapal fokus pada produksi jenis kapal tertentu (Ma'ruf, 2006).

Untuk memenuhi kebutuhan kapal dan sekaligus meningkatkan daya saing industri kapal Indonesia di dunia, dibutuhkan pengembangan teknologi produksi kapal yang dapat menekan biaya, meningkatkan produktivitas, dan mempercepat proses pembangunan kapal. Berbagai cara dikembangkan oleh pihak industri kapal untuk mencapai hal tersebut. Berbagai pendekatan sistem produksi layaknya industri dengan produk massal pun diadaptasi dan diaplikasikan pada proses pembangunan kapal.

Aspek utama untuk mencapai hal tersebut di atas 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 massal 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. Pendekatan sistem modular pada proses produksi kapal dapat dilakukan dengan penerapan teknologi *Product-orientation Work Breakdown Structure* (PWBS), di mana *grand-block assembly* merupakan sebuah modular *ring block* yang dapat menggapung dan di dalamnya telah terpasang

equipment dan *outfit*. Dengan pendekatan sistem produksi modular tersebut, juga dapat mempersingkat proses produksi kapal dan memperkecil resiko, yang berarti juga merupakan pengurangan biaya.

PT. PAL Indonesia merupakan salah satu industri strategis Indonesia yang bergerak pada bidang manufaktur dengan produk utama kapal dan bangunan laut yang pernah menerapkan teknologi produksi dengan sistem modular untuk produksi kapal Perusak Kawal Rudal (PKR). Banyaknya kebutuhan kapal kontainer ukuran 100 TEUs untuk memenuhi kebutuhan program "Tol Laut", memungkinkan untuk dibangun secara massal 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, pada makalah ini dilakukan pengukuran untuk mengetahui kesiapan teknologi PT. PAL Indonesia dalam melakukan pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs secara massal dengan teknologi modular. Dari hasil pengukuran tersebut dapat memberikan rekomendasi pengembangan pada galangan kapal agar pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs dengan sistem modular dapat dilaksanakan.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Modular pada Pembangunan Kapal

Secara harfiah arti kata modul dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah komponen dari suatu sistem yang berdiri sendiri, tetapi menunjang program dari sistem itu, sedangkan modular adalah bersifat standar. Dan, desain modular, atau "modularitas dalam desain", adalah pendekatan desain yang membagi sistem menjadi bagian-bagian kecil yang disebut modul, yang dapat mandiri dibuat dan kemudian digabungkan pada sistem yang berbeda (Bertram, 2005).

Berdasarkan definisi tersebut, maka dapat didefinisikan 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. Sejatinya, sistem modular pada proses produksi kapal mengarah ke standarisasi kapal dan merupakan pengembangan dari konsep PWBS. Secara umum, tujuan utama dari pendekatan sistem modular pada proses produksi kapal

adalah, (Bertram, 2005) :

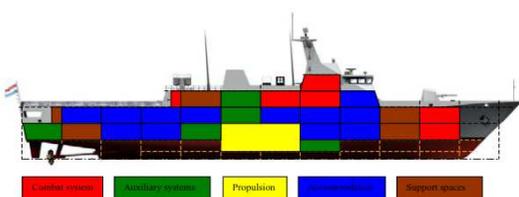
- Mengurangi biaya desain dan produksi.
- Mengurangi waktu desain dan produksi.
- Fleksibilitas yang lebih besar untuk perbaikan kapal, perubahan misi, dan pembaharuan sistem pada kapal di kemudian hari.
- Periode pemeliharaan lebih pendek dan lebih murah.
- Mengurangi biaya pemeliharaan.
- Memungkinkan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

Namun, modularisasi juga mengakibatkan:

- Upaya desain awal yang lebih tinggi dan rumit.
- Kebebasan desain berkurang (mungkin memperlambat kemajuan teknologi).
- Berat biasanya lebih tinggi.
- Kebutuhan area bengkel biasanya meningkat.
- Kontrol kualitas yang tinggi.

Ship Integrated Geometrical Modularity Approach (SIGMA)

SIGMA dikembangkan oleh Schelde Naval Shipbuilding sejak tahun 2003 hingga saat ini, 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 *layout* dari sistem. Selanjutnya, bentuk lambung itu sendiri adalah 'modular'. Dengan beberapa bagian depan dan belakang kapal, semua *hull* dalam kisaran *family* produk dapat dibuat (Abott, 2006). 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 1. *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*.



Gambar 2. *Schelde enforcer concept*
(Bertram, 2005)

Implementasi PWBS untuk Teknologi Modular

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. Pada prinsipnya, pembangunan kapal dengan *modular system* merupakan implementasi dan pengembangan dari tahapan *Grand Block Joining* pada PWBS tersebut, di mana pada *modular system* penggabungan beberapa *block* menjadi sebuah *ring block* atau juga dapat disebut sebagai modul yang lengkap dengan *equipment and outfitting* (E/O) serta pengecatan akhir, telah dilakukan pengujian, dan dalam beberapa kasus modul harus dapat diapungkan dengan stabilitas yang baik dengan pemasangan sekat kedap air sementara. Pembangunan modul tersebut dilakukan pada area bengkel sehingga pekerjaan di area *building berth* menjadi lebih sedikit dan lebih singkat. Oleh karena itu, pembangunan kapal dengan teknologi *modular system* memerlukan proses desain yang mempertimbangkan pembagian modul dan juga mempertimbangkan stabilitas pada modul yang diapungkan.

Komponen Teknologi

Menurut *United Economic and Social for Asia and Pacific* (UNESCAP) dalam Teknologi Atlas Project (1988), 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 (*physical 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*).

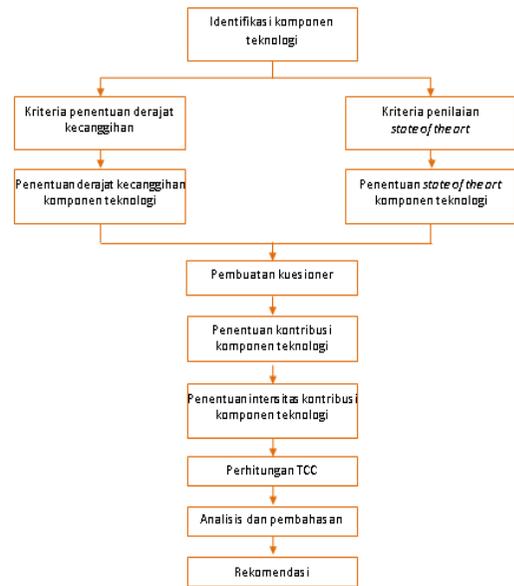
Keempat komponen teknologi tersebut berkaitan satu sama lainnya. Keterkaitan keempat komponen teknologi tersebut adalah sebagai berikut (Nazaruddin, 2008) :

- 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.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan ada metode kualitatif. Data diambil dengan melakukan tinjauan langsung pada Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia dan wawancara pada pihak yang mempunyai keahlian

pada bidang terkait. Adapun metodologi yang digunakan dapat dilihat pada bagan berikut :



Gambar 3. Diagram metodologi penelitian

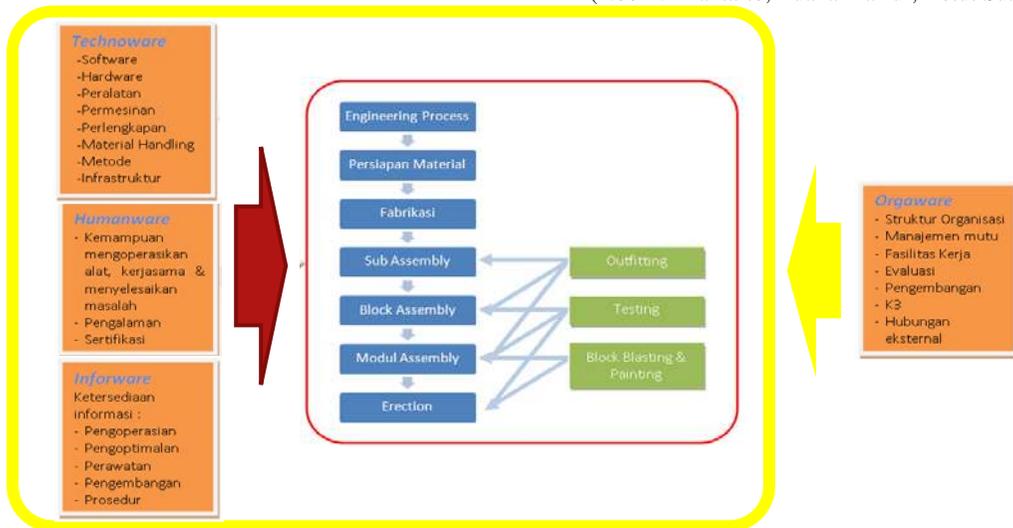
Setelah didapatkan nilai derajat kecanggihan, dilakukan analisis pengembangan galangan berdasarkan hasil penilaian tersebut. Pengembangan galangan dapat dilakukan tergantung dari hasil penilaian pada aspek mana yang dinilai masih kurang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti dijelaskan sebelumnya, penilaian dilakukan empat komponen teknologi *technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *orgaware*. Hal pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi aspek-aspek komponen teknologi yang dinilai dan menentukan kriteria tingkat kecanggihannya. Pada Gambar 4 di bawah ini merupakan aspek-aspek utama yang digunakan untuk penilaian tingkat sofistikasi atau tingkat kecanggihan komponen teknologi. Pada tiap aspek utama tersebut terdapat sub-aspek yang lebih secara khusus menilai aspek utama tersebut.

Analisa Tingkat Kecanggihan Komponen Teknologi

Setelah mengidentifikasi dan dibuat kuesioner penilaian, intensitas atau bobot tiap aspek utama pada komponen teknologi didapatkan dengan melakukan analisa menggunakan perbandingan berpasangan dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* yaitu membandingkan antara aspek - aspek penilaian



Gambar 4. Bagan aspek penilaian komponen teknologi

dengan memberikan nilai preferensi pada tiap pasangan aspek-aspek yang dinilai. Kemudian nilai perbandingan dinormalisasi sehingga akan didapatkan intensitas tiap aspek penilaian komponen teknologi.

Penilaian berikutnya dilakukan dengan memberi nilai skala 1-9 pada tiap sub-aspek yang dinilai, dan seluruh penilaian dirata-rata dan dinormalisasi untuk mendapatkan skala nilai 0-1. Secara umum perhitungan tersebut mengikuti persamaan berikut :

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

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{m=1}^{m_r} f_{mi}}{m_r} \right] \quad (2)$$

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{l=1}^{l_h} h_{lj}}{l_h} \right] \quad (3)$$

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{n=1}^{n_o} o_n}{n_o} \right] \quad (4)$$

Pada persamaan diatas S merupakan tingkat kecanggihan atau tingkat sofistikasi *state of the art* (SOTA) yang dicapai dari aspek *technoware*(t), *humanware*(h), *inforware*(i), dan *orgaware*(o) 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 :

$$T_i = \frac{1}{9} [LT_i + ST_i(UT_i - LT_i)] \quad (5)$$

$$H_j = \frac{1}{9} [LH_j + SH_j(UH_j - LH_j)] \quad (6)$$

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)] \quad (7)$$

$$O = \frac{1}{9} [LO + SO(OO - LO)] \quad (8)$$

Setelah didapatkan nilai kontribusi komponen dan intensitas tiap aspek penilaian maka kedua nilai tersebut dikalikan dan didapatkan nilai rating terbobot. Dari jumlah nilai keseluruhan rating terbobot pada masing-masing komponen teknologi didapatkan nilai derajat kecanggihan. Hasil penilaian *state of the art* (SOTA), intensitas atau bobot, nilai rating terbobot, dan derajat kecanggihan dapat dilihat pada Tabel 1, 2, 3, dan 4 di bawah. Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa aspek *engineering process* pada tiap komponen teknologi selalu mendapatkan bobot atau intensitas paling tinggi, hal ini menandakan bahwa *engineering process* mempunyai peranan paling utama dalam proses produksi kapal dengan sistem modular.

Terdapat *lower limit* (LL) bernilai 1 dan 3 pada beberapa aspek, hal ini menandakan terdapat sesuatu yang dilakukan belum tercapai 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.

Nilai derajat kecanggihan berdasarkan penilaian kontribusi komponen teknologi yang telah dilakukan adalah 0,823 untuk *technoware*, 0,851 untuk *humanware*, 0,722 untuk *inforware*, dan 0,838 untuk *orgaware*. Visualisasi nilai derajat kecanggihan tiap komponen teknologi dalam grafik dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 1. Hasil pengukuran derajat kecanggihan komponen teknologi *technoware*

Point	Aspek	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot	Derajat Kecanggihan
A	Engineering Process	5	9	0.720	0.876	0.217	0.190	0.823
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	

Tabel 2. Hasil pengukuran derajat kecanggihan komponen teknologi *humanware*

Point	Aspek	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot	Derajat Kecanggihan
A	Perencanaan Produksi	3	9	0.667	0.778	0.215	0.167	0.851
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	

Tabel 3. Hasil pengukuran derajat kecanggihan komponen teknologi *inforware*

Point	Aspek	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot	Derajat Kecanggihan
A	Engineering Process	7	9	0.750	0.944	0.184	0.174	0.722
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	

Tabel 4. Hasil pengukuran derajat kecanggihan komponen teknologi *orgaware*

Point	Aspek	LL	UL	SOTA	Kontribusi	Intensitas	Rating Terbobot	Derajat Kecanggihan
A	Struktur dan Budaya Organisasi	3	9	0.680	0.787	0.092	0.072	0.838
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	



Gambar 5. Grafik THIO PT. PAL Indonesia

Analisa Pengembangan Komponen Teknologi

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

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

(Noor Virliantarto, Buana Ma'ruf, Ketut Suastika)

pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs secara massal 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 tersebut juga merupakan akses cepat menuju *shiplift*.

d. Sumber Daya Manusia

Arah pengembangan prioritas pada komponen teknologi *humanware* untuk memenuhi kesiapan teknologi galangan kapal untuk pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs secara massal 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*.

e. Sistem Informasi

Pada era revolusi industri keempat, sistem informasi yang terintegrasi menjadi hal yang penting dan sangat dibutuhkan. Pengembangan dengan mengintegrasikan teknologi informasi di PT. PAL Indonesia diharap mampu mencapai tujuan 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.

KESIMPULAN

Nilai derajat kecanggihan berdasarkan penilaian kontribusi komponen teknologi yang telah dilakukan adalah 0,823 untuk *technoware*, 0,851 untuk *humanware*, 0,722 untuk *inforware*, dan 0,838 untuk *orgaware*.

Secara umum dari hasil pengukuran kesiapan komponen teknologi tersebut di PT. PAL Indonesia untuk pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs dapat dikatakan cukup siap untuk melakukan pembangunan Kapal Kontainer 100 TEUs secara massal dengan

sistem modular dengan beberapa pengembangan minor yang perlu dilakukan, antara lain, penyelesaian masalah sinkronisasi software, perbaikan fasilitas produksi, dan pemanfaatan area untuk penambahan *buffer area*, melakukan *transfer of technology* kepada SDM, dan mengintegrasikan sistem informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, J. W. (2006). *Modular Payload Ships: 1975–2005, Proceedings, ASNE Engineering the Total Ship Symposium, Arlington, VA.*
- Bertram, V. (2005). *Modularization of Ships*, Report within the framework of Project 'Intermodule' s/03/G IntermareC: France
- Bruce, G., Nielsen, T. (2003). More Effective Planning of Early Ship Outfitting, *SNAME World Maritime Technology Conf., pp.1-8, SNAME-San Fransisco.*
- Ma'ruf, B., Okumoto, Y., Widjaja, S. (2006). Environment-Based Strategic Management Model for Indonesia's Medium-Sized Shipyards, *Journal of Ship Production, Vol. 22, No. 4, pp. 195-202, SNAME-USA.*
- Doerry, Norbert, H. (2014). Institutionalizing Modular Adaptable Ship Technologies, *Journal of Ship Production and Design Vol. 30, No. 3, pp. 125-141, SNAME-USA.*
- Nazaruddin. (2008). *Manajemen Teknologi*, Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Schlott, H. W. (1980). *Shipbuilding Technology*, Lecture Notes.
- Storch, Richard Lee. (1995). *Ship Production: Second Edition, SNAME. New Jersey City.*
- UNESCAP. (1988). *Technology Atlas Project: A Framework for Technology-Based Development Technology Capability Assessment*, Bangalore: APCTT.