

# Studi Implementasi *Batch Production System* Pada Industri Manufaktur Kapal Untuk Menunjang Program Poros Maritim

Mokhammad Anas Romadhon, Triwilaswandio W. P., Soejitno  
Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Jalan Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
e-mail: triwilas.its@gmail.com

**Abstrak**—Pemerintah telah menyiapkan sejumlah proyek untuk menjadikan Indonesia sebagai poros maritim dunia melalui konsep tol laut, salah satunya yaitu pengadaan kapal dalam jumlah banyak. Kebutuhan kapal yang tinggi harus ditunjang dengan kesiapan sistem industri manufaktur kapal yang tersedia. *Batch production system* merupakan salah satu inovasi dari sistem yang diterapkan pada industri manufaktur kapal untuk menunjang program poros maritim. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah merencanakan sistem produksi kapal secara *batch production* dan menganalisa kemampuan industri manufaktur kapal Jawa Timur yang akan menerapkan sistem ini. Pertama, mengetahui kebutuhan kapal Negara. Kedua, mengidentifikasi industri manufaktur kapal di Jawa Timur. Ketiga, menganalisa fasilitas galangan yang tersedia dan evaluasi pembangunan kapal. Hasil yang didapatkan berdasarkan analisis yang telah dilakukan meliputi; pembagian wilayah pekerjaan yaitu wilayah Surabaya, Madura dan Gresik-Lamongan, penentuan galangan induk untuk mengontrol semua pekerjaan yaitu PT. Pal Indonesia, PT. Dumas dan PT. Dok dan Perkapalan Surabaya untuk wilayah 1 dengan didukung oleh 6 (enam) galangan yang membuat seksi/panel, kemudian PT. Adiluhung di wilayah 2 dengan didukung 2 (dua) galangan, serta PT. Orela dan PT. LMI di wilayah 3 didukung oleh 4 (empat) galangan. Selain itu galangan harus melakukan pembagian pekerjaan panel dan blok sesuai dengan kapasitas galangan yang tersedia, dan dilanjutkan dengan merencanakan sistem akurasi kontrol untuk menjamin kualitas dan ketepatan saat penggabungan blok/*erection*.

**Kata kunci:** *Batch production*, industri kapal, poros maritim

## I. PENDAHULUAN

PEMERINTAH melalui Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN)/Bappenas merinci secara detail pembangunan tol laut selama lima tahun ke depan dalam mendukung poros maritim dunia.

Untuk itu dalam mendukung program pemerintah tersebut dilakukan upaya-upaya dalam percepatan penerapan visi pemerintah. Industri Perkapalan mulai terlihat melalui perkembangan sektor kemaritiman di Tanah Air, salah satunya disumbang oleh performa Provinsi Jawa Timur yang memiliki tingkat perekonomian nomor dua terbesar secara nasional setelah DKI Jakarta.

Dengan ditunjang keberadaan 16 perusahaan galangan kapal yang menyebar di Jatim, secara perlahan tapi pasti industri galangan kapal di wilayah tersebut memamerkan kebangkitannya. Di Surabaya, beberapa perusahaan galangan kapal itu di antaranya PT PAL Indonesia serta PT Dok dan Perkapalan Surabaya yang termasuk badan usaha milik negara (BUMN). Ada pula perusahaan galangan kapal

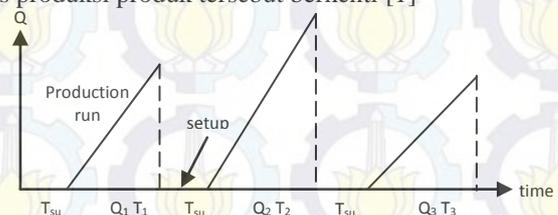
dari kalangan swasta seperti PT Dumas Tanjung Perak Shipyard, sedangkan PT Adiluhung Sarana Segara Indonesia (ASSI) berada di Socah, Bangkalan, Madura. Tanpa adanya pembangunan kapal laut, barang dari satu daerah tidak akan terangkut.

Berikutnya, masih minimnya daya saing dan teknologi galangan kapal nasional membuat industri ini harus puas untuk melakukan perawatan atau reparasi kapal saja daripada membangun atau memproduksi kapal baru. Sesuai data Iperindo Jawa Timur, setiap perusahaan galangan kapal bisa membangun kapal baru dengan bobot antara 1.000-30.000 DWT. Dari sisi kemampuan memperbaiki kapal, dalam satu tahun setiap perusahaan bisa antara 50-500 unit kapal. Melalui kinerja tersebut maka sumbangan performa seluruh galangan kapal di Jatim menguasai porsi 20-25 persen terhadap total pembangunan kapal baru secara nasional.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Definisi *Batch Production*

*Batch production* merupakan proses produksi secara kelompok dalam jumlah tertentu yang apabila ada perubahan tata letak membutuhkan waktu (*set-up time*), artinya setelah satu *batch* produk selesai diproduksi, maka fasilitas dirubah/diatur ulang untuk memproduksi produk lain. Digolongkan dalam kategori *batch production* ialah produksi untuk memenuhi suatu permintaan secara kelompok. Setelah produk tersebut diselesaikan, maka proses produksi produk tersebut berhenti [1].



Gambar 1. skema pekerjaan *batch production*

### B. Sistem Manufaktur

Sistem manufaktur adalah Sebuah penggabungan dari peralatan dan sumber daya manusia yang difungsikan untuk menghasilkan satu atau lebih dari proses dan/atau operasi assembly, dimulai dari bahan mentah, *part*, dan bagian dari *part*. Sistem manufaktur juga merupakan aplikasi proses fisik dan kimia untuk merubah bentuk, sifat ataupun permukaan bahan baku untuk membuat sebuah *part* ataupun produk. [1].

Sistem manufaktur berdasarkan aliran operasi dan variasi produk dikelompokkan menjadi lima kategori [2], yaitu:

- *Flow Shop*

Yaitu proses konversi di mana unit-unit output secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus, biasanya ditempatkan sepanjang suatu lintasan produksi. Proses *flow shop* biasanya disebut juga sistem produksi masal (*mass product*)

- *Continuous*

Proses ini merupakan bentuk ekstrim dari *flow shop* di mana terjadi aliran material yang konstan. Contoh dari proses *continuous* adalah penyulingan minyak, pemrosesan kimia, dan industri-industri lain di mana kita tidak dapat mengidentifikasi unit-unit *output* urutan prosesnya secara tepat.

- *Job Shop*

Merupakan bentuk proses konversi di mana unit-unit untuk pesanan yang berbeda akan mengikuti urutan yang berbeda pula dengan melalui pusat-pusat kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya.

- *Produksi batch*

Merupakan bentuk satu langkah ke depan dibandingkan *job shop* dalam hal standarisasi produk. Sistem *batch* memproduksi banyak variasi produk dan volume, lama proses produksi untuk tiap produk relatif pendek, dan satu lintasan produksi dapat dipakai untuk beberapa tipe produk.

- *Proyek*

Merupakan proses penciptaan satu jenis produk yang agak rumit dengan suatu pendefinisian urutan tugas-tugas yang teratur akan kebutuhan sumber daya dan dibatasi oleh waktu penyelesaian.

### C. Metode Produksi Pada Galangan Kapal

#### 1. *Covnentional Hull-construction and outfitting*

Pekerjaan dimulai dengan peletakan lunas, kemudian pemasangan gading, kulit, dan seterusnya sampai bangunan atas dan terakhir pekerjaan *outfitting*.

#### 2. *Hull Block Construction Method*

Pada pekerjaan metode *Hull Block Construction Method* (HBCM), terdapat lima tahapan, yaitu:

- ✓ *Parts fabrication*, yaitu tahapan manufaktur yang paling awal, memproduksi komponen-komponen untuk konstruksi lambung yang tidak bisa dibagi lebih jauh lagi.
- ✓ *Part assembly*, merupakan pekerjaan khusus dan di luar aliran pekerjaan utama. Tipe pekerjaan *part assembly* dibuat grup berdasarkan masalah luas.
- ✓ *Sub-block assembly*, adalah secara umum sebuah pengelasan, terdiri atas jumlah yang difabrasi dan/atau bagian-bagian yang dilakukan *assembly*, yang nantinya akan dipasang pada sebuah panel selama *block assembly*
- ✓ *Semi-block, block assembly*, dan *grand block joining*.
- ✓ *Hull erection*, merupakan pekerjaan final pada konstruksi lambung di mana memasukkan/memisahkan lambung pada zona.

#### 3. *Zone Outfitting Method*

*Zone outfitting Method* (ZOFM) merupakan sebuah akibat pengembangan dasar dari HBCM, karena keduanya bekerja mengikuti jalan prinsip yang sama.

#### 4. *Zone Painting Method*

*Zone Painting Method* (ZPTM) merupakan kelanjutan dasar pekerjaan logis dari kedua metode HBCM dan ZOFM. *Zone Painting Method* melakukan pekerjaan pengecatan lebih banyak, dilakukan secara biasa pada *building berth* atau pada perlengkapan dermaga, untuk tahapan manufaktur. [3]

### D. Program Poros Maritim

Poros maritim adalah kekuatan di antara dua samudera. Secara makro berarti menekankan realitas geografis, geostrategis, dan geoekonomi Indonesia yang dipengaruhi dan memengaruhi dinamika di Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Poros maritim merupakan kegiatan pemanfaatan potensi kelautan yang selama ini masih belum cukup optimal dikembangkan. Salah satu program besarnya adalah pembangunan tol laut. Tol laut yang dimaksud adalah membangun transportasi laut dengan kapal atau sistem logistik kelautan, tujuannya agar ekonomi efisien dan merata. [4]

## III. URAIAN PENELITIAN

Metode penelitian awal yaitu studi lapangan, studi ini dilakukan sebagai langkah awal dalam memahami permasalahan yang akan diselesaikan. Dalam studi lapangan, peneliti berusaha mempelajari kondisi perusahaan secara keseluruhan terutama masalah-masalah yang berkaitan dengan fasilitas produksi, akurasi kontrol, dan kapasitas produksi. Kemudian dilakukan kajian pustaka meliputi teori-teori yang berkaitan dengan faktor-faktor penentuan kebutuhan fasilitas dalam proses produksi kapal secara banyak, konsep perhitungan produktivitas galangan kapal, serta tinjauan tentang penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Kemudian dilakukan pengumpulan data awal yang diperlukan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi pengamatan langsung di lapangan dan wawancara atau Tanya jawab. Sedangkan data sekunder berupa data historis perusahaan, data *project* kapal, dan data fasilitas galangan. Selanjutnya dilakukan pengolahan data diawali dengan melakukan perhitungan matematis untuk mengetahui jumlah kebutuhan kapal, penentuan galangan, fasilitas yang diperlukan, dan perhitungan berat blok-blok kapal yang akan diproduksi. Dengan bantuan data-data yang diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian dan analisa. Pada tahap ini penganalisaan meliputi pembuatan alur batch production dari galangan induk ke galangan pendukung serta merencanakan sistem akurasi kontrol yang diterapkan. Langkah terakhir dilakukan kesimpulan terhadap hasil yang diperoleh dari serangkaian langkah penelitian yang dilakukan.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kebutuhan Kapal Negara

Sebagai dampak dari semakin berkembangnya berbagai sektor yang membutuhkan alat angkut laut atau armada kapal.

Tabel 1.  
Kebutuhan Kapal Negara

TAHUN YEAR	CONTAINER				KAPAL BARANG PERINTIS SETARA 208 TEUS PIONEER FREIGHTER EQUIVALENT TO 208 TEUS		KAPAL PELAYARAN RAKYAT PUBLIC SHIPS	
	15000 DWT		40000 DWT		Jumlah Kapal Number of ship	Milliar Rupiah Billion Rupiah	Jumlah Kapal Number of ship	Milliar Rupiah Billion Rupiah
	1000 TEUS	3000 TEUS	Jumlah Kapal Number of ship	Milliar Rupiah Billion Rupiah				
2015	10	2.500	0	0	8	1.280	50	2.500
2016	10	2.500	0	0	7	1.120	100	5.000
2017	9	2.250	12	5.400	4	640	120	6.000
2018	9	2.500	12	5.400	4	640	130	6.500
2019	8	2.000	13	5.850	3	480	100	5.000
TOTAL	46	11.750	37	16.650	26	4.160	500	25.000

sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional [5]

Dalam Tugas akhir ini, analisa kapal yang akan dibangun yaitu kapal jenis perintis (pelayaran rakyat) dengan kapasitas 2000 GT (*Gross Tonnage*) dengan jumlah 25 unit kapal pada tahun pembuatan 2015-2017

**B. Penentuan Industri Manufaktur Kapal Jawa Timur**

Kriteria industri manufaktur kapal untuk pembangun kapal Negara atau galangan induk yaitu:

1. Fasilitas/peralatan produksi utama  
2 unit *Overhead crane* 3 ton, 1 unit *NC cutting*, 1 unit *bending machine*, 1 unit *forklift* 3 ton, 1 unit *mobile crane* 10 ton, 2 unit *crawler crane* 35 ton.
2. Luas area kerja  
Kebutuhan luas area kerja galangan induk direncanakan minimal 0,5 Ha (5000 m<sup>2</sup>).
3. *Track record*  
Pengalaman yang dimaksudkan dalam kriteria galangan induk yaitu pernah membangun kapal dan bukan merupakan galangan reparasi.
4. Tenaga kerja/SDM  
S1 Teknik Perkapalan 6 orang, S1 Sistem Perkapalan 3 orang, S1 Teknik Elektro 1 orang.

Kriteria di atas mengacu pada Surat Edaran Kementerian Perhubungan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Perhubungan Laut nomor UM.001/17/2/DK.15 tentang Galangan Kapal Negara, yang ada 10 poin seperti tabel di bawah ini:

Tabel 2.  
Penentuan galangan kapal

NO	Kriteria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		PT. Pal Indonesia	PT. Dok dan Perkapalan	PT. Pempu Marine Service	PT. Dumas Shipyard	PT. Tambangan Raya Permai	PT. Dewa Ruci Agung	PT. Ben Santosa	PT. Najatim Dockyard	Galangan Surya PT. Pelni	PT. Bintang Timur Samudera	PT. Adiluhung Sarana Segara	PT. Tri Warako Utama	PT. Indonesia Marine Shipyard	PT. Orela Shipyard	PT. Mitra Atha Gema Pratiwi	PT. Lamongan Marine Industry	PT. Dok Pantan Lamongan	PT. Lintech Duta Pratama
1	Dokumen Legalitas dan Organisasi	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
2	Tenaga Kerja Galangan	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
3	Fasilitas Galangan	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
4	Teknologi dan Peralatan	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
5	Track Record	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
6	Luasan Area Dockyard	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
7	Kekuatan Modal dan Pembiayaan	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
8	Pekerja galangan dan sub kontraktor	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
9	Keselamatan, keamanan dan Lingkungan	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
10	Manajemen Operasional dan Proyek	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
	HASIL	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v

Sesuai kriteria pada tabel 2 di atas, industri manufaktur kapal dibagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu:

1. Jenis industri manufaktur kapal induk  
Pekerjaan yang dilakukan industri manufaktur kapal induk yaitu: Koordinasi terhadap semua galangan di bawahnya, memproduksi kelompok *blok bottom* dan geladak A, melakukan *joining block/erection* dan instalasi *outfitting*, serta merencanakan dan mengevaluasi sistem akurasi kontrol.
2. Jenis industri manufaktur kapal Pendukung I  
Pekerjaan yang dilakukan industri manufaktur kapal pembangun yaitu: Memproduksi panel/seksi kelompok geladak B dan geladak C, Melaksanakan sistem akurasi kontrol
3. Jenis industri manufaktur kapal pendukung II  
Pekerjaan yang dilakukan industri manufaktur kapal pembangun yaitu: Memproduksi panel/seksi kelompok geladak D dan geladak E, Melaksanakan sistem akurasi kontrol.

Dalam penerapan *batch production system* akan dilakukan pembagian menjadi 3 wilayah:

Tabel 3.

Industri manufaktur kapal wilayah 1 Surabaya

No	Nama Galangan	Alamat	Jenis
1	PT. Pal Indonesia	Surabaya	Induk
2	PT. DPS	Surabaya	Induk
3	PT. Pelindo Marine Service	Surabaya	Pendukung
4	PT. Dumas Shipyard	Surabaya	Induk
5	PT. Tambangan Raya Permai	Surabaya	Pendukung
6	PT. Dewa Ruci Agung	Surabaya	Pendukung
7	PT. Ben Santosa	Surabaya	Pendukung
8	PT. Najatim Dockyard	Surabaya	Pendukung
9	Galangan Surya PT. Pelni	Surabaya	Pendukung

Tabel 3 di atas merupakan industri manufaktur kapal wilayah satu yaitu Surabaya, terdapat tiga galangan induk, yaitu PT. Pal Indonesia, PT. Dumas Shipyard, dan PT. DPS. Dan 6 galangan pendukung.

Selanjutnya adalah industri manufaktur kapal wilayah dua yaitu Madura, seperti yang terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.

Industri manufaktur kapal wilayah 2 Madura

No	Nama Galangan	Alamat	Jenis
1	PT. Adiluhung	Madura	Induk
2	PT. Tri Warako Utama	Madura	Pendukung
3	PT. Bintang Timur Samudera	Madura	Pendukung

Dari tabel 4 di atas, terdapat satu galangan induk yaitu PT. Adiluhung. Dengan dibantu 2 (dua) galangan pendukung.

Sedangkan industri manufaktur kapal wilayah tiga yaitu Gresik-Lamongan sebagai berikut:

Tabel 5.

Industri manufaktur kapal wilayah 3 Gresik-Lamongan

No	Nama Galangan	Alamat	Jenis
1	PT. IMS	Gresik	Pendukung
2	PT. Orela Shipyard	Gresik	Induk
3	PT. MAGP	Gresik	Pendukung
4	PT. LMI	Lamongan	Induk
5	PT. Dok Pantan Lamongan	Lamongan	Pendukung
6	PT. Lintech Duta Pratama	Lamongan	Pendukung

Dari tabel 5 di atas, terdapat dua galangan induk yaitu PT. Orela dan PT. LMI. Dengan dibantu 4 (empat) galangan pendukung.

**C. Fasilitas Galangan**

Fasilitas galangan sangat mempengaruhi kemampuan suatu galangan untuk memproduksi kapal secara parsial/*batch*. Berikut adalah hasil rekapitulasi data fasilitas galangan pada Industri manufaktur kapal yang sudah ditentukan:

Tabel 6.

Rekapitulasi kelengkapan fasilitas galangan



**D. Kapal 2000 GT**

Berikut ukuran utama kapal perintis 2000 GT:

Panjang Seluruhnya (Loa)	: 68.50 m
Panjang A.G.T (Lpp)	: 63.00 m
Lebar (B)	: 14.00 m
Tinggi (H)	: 6.80 m
Sarat (T)	: 2.90 m
Kecepatan Dinas (Vs)	: 12.00 knot
Motor Induk	: 2 x 1270 HP
A.B.K.	: 36 orang
Jumlah Penumpang	: 456 orang
Muatan	: General Cargo : 16 unit container mini

**E. Evaluasi Pembangunan Kapal di Jawa Timur**

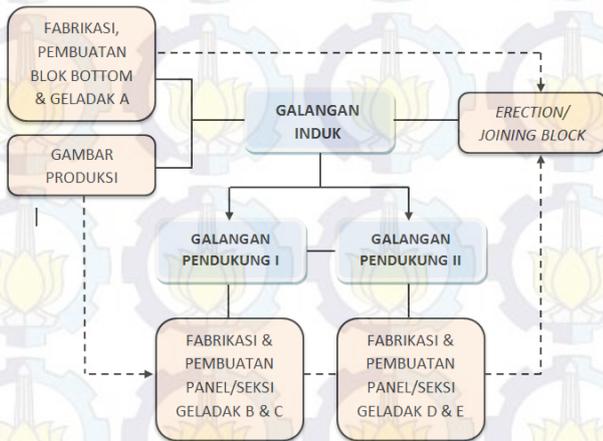
Proses produksi yang dilakukan yaitu mulai tahap fabrikasi, *sub assembly*, *assembly*, dan *erection*. Metode pembangunan kapal saat ini dibedakan menjadi dua, yaitu: Sistem blok dan Konvensional

Dari evaluasi yang telah dilakukan di beberapa galangan kapal Jawa Timur, terdapat beberapa hal yang perlu ditingkatkan dari sumber daya manusia, antara lain:

- Jumlah tenaga kerja yang tidak sesuai jenis pekerjaan
- Kurangnya tenaga ahli dalam proses produksi kapal.
- Kesejahteraan tenaga *sub contract* perlu ditingkatkan.

**F. Konsep Penerapan Batch Production di Jawa Timur**

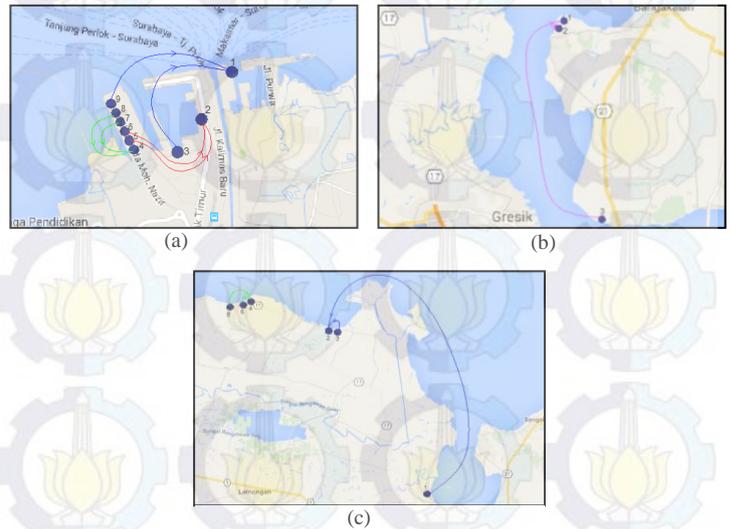
alur/sistem kerja dari penerapan *batch production* sebagai berikut:



Gambar 2. Alur penerapan *batch production*

Sistem produksi kapal secara parsial/banyak ditentukan dengan pemilihan galangan induk sebagai kontrol utama terhadap setiap galangan pendukung di bawahnya. Galangan induk pada *batch production system* melakukan tiga pekerjaan utama, yaitu: pembuatan gambar produksi, membuat blok bottom sampai geladak A dan sebagai titik pemusatan perakitan seksi/erection. Gambar produksi yang tersedia selanjutnya akan didistribusikan ke galangan pendukung I dan II, Galangan pendukung I membuat seksi geladak B dan C, sedangkan galangan pendukung II membuat seksi geladak D dan E. Selanjutnya dikirim ke galangan induk untuk dilakukan perakitan badan kapal/erection.

Berikut adalah gambar 3.(a), 3.(b), dan 3.(c) yang merupakan alur perakitan badan kapal di masing-masing galangan induk:



Gambar 3. (a) Alur perakitan panel/seksi di PT. Pal, PT. DPS dan PT. Dumas. (b) Alur perakitan panel/seksi di PT. Adiluhung. (c) Alur perakitan panel/seksi di PT. Orela dan PT. LMI

Pada gambar 3.(a) dijelaskan bahwa pada wilayah Surabaya, galangan pendukung PT. Pelindo Marine Service (3) dan Galangan Surya PT Pelni (9) mendistribusikan panel/seksi kepada galangan induk PT. PAL Indonesia (1) yang ditandai dengan notasi garis warna biru. Untuk galangan pendukung PT. Ben Santosa (7) dan PT. Najatim Dockyard (8) mendistribusikan panel/seksi kepada galangan induk PT. Dumas Shipyard (4) yang ditandai dengan notasi garis warna hijau. Sedangkan galangan pendukung PT. Dewa Ruci Agung (6) dan PT. Tambangan Raya Permai (5) mendistribusikan panel/seksi kepada galangan induk PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (2) yang ditandai dengan notasi garis warna merah.

Pada gambar 3.(b) dijelaskan bahwa di wilayah 2 yaitu Madura, galangan pendukung PT. Bintang Timur Samudera (3) dan PT. Tri Warako Utama (2) mendistribusikan panel/seksi kepada galangan induk PT. Adiluhung Sarana Segara (1) untuk dilakukan perakitan panel/seksi menjadi sebuah kapal utuh.

Sedangkan pada gambar 3.(c) dijelaskan bahwa di wilayah 3 terdapat dua galangan induk yaitu PT. Lamongan Marine Industry yang terletak di daerah Lamongan dan PT. Orela Shipyard di daerah Gresik. Sedangkan untuk galangan pendukung yaitu PT. Lintech Duta Pratama (6) dan PT. Dok Pantai Lamongan (5) mendistribusikan panel/seksi kepada galangan induk PT. Lamongan Marine Industry (4) yang ditandai dengan notasi garis warna hijau. Sedangkan galangan pendukung PT. Mitra Artha Gema Pratiwi (3) dan PT. Indonesia Marine Shipyard (1) mendistribusikan panel/seksi kepada galangan induk PT. Orela Shipyard (2) yang ditandai dengan notasi garis warna biru.

**G. Metode Pembagian Blok**

Dalam pembangunan kapal secara *batch production* diperlukan suatu metode untuk menyesuaikan jumlah berat panel/seksi yang akan dibangun dengan fasilitas produksi yang dimiliki setiap industri galangan kapal. Metode tersebut antara lain berdasarkan:

1. Kapasitas crane

Kapasitas angkat pada *crane* dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu:

- 1 – 5 ton, 5.1 – 30 ton, 30.1 – 60 ton, 60.1 – 300 ton

Tabel 6.  
Metode berdasarkan kapasitas crane

1 - 5 ton	5.1 - 30 ton	30.1 - 60 ton	60.1 - 300 ton
PT. Pelindo Marine Service	PT. Ben Santosa	PT. Dewa Ruci Agung	PT. Pal Indonesia
PT. Najatim Dockyard	PT. Dok Pantai Lamongan	PT. Indonesia Marine Shipyard	PT. Lamongan Marine Industry
PT. Tambangan Raya Permai	Galangan Surya PT. Pelni	PT. Dok dan Perkapalan	
PT. Mitra Artha Gema Pratiwi		PT. Adiluhung Sarana Segara	
PT. Bintang Timur Samudera		PT. Dumas Shipyard	
PT. Lintech Duta Pratama		PT. Orela Shipyard	
PT. Tri Warako Utama			

2. Bentuk panel/seksi

Untuk mengetahui tingkat kesulitan pada pembangunan blok, maka perlu dibuat kriteria pengelompokan berdasarkan bentuk blok. Berikut adalah jenis bentuk blok:

- Flat block: sebagian besar blok bentuk
- Curve block: sebagian besar blok bentuk kurva
- Shape block: sebagian besar blok bentuk lengkung
- Cubic block: sebagian besar blok bentuk

Tabel 7.  
Metode berdasarkan bentuk

Flat Block	Curve Block	Shape Block	Cubic Block
PT. Bintang Timur Samudera	PT. Ben Santosa	PT. Pal Indonesia	PT. Dewa Ruci Agung
PT. Dok Pantai Lamongan	PT. Indonesia Marine Shipyard	PT. Dumas Shipyard	PT. Pelindo Marine Service
PT. Lintech Duta Pratama		PT. Adiluhung Sarana Segara	PT. Najatim Dockyard
PT. Tri Warako Utama		PT. Dok dan Perkapalan	PT. Mitra Artha Gema Pratiwi
		PT. Lamongan Marine Industry	PT. Tambangan Raya Permai
		PT. Orela Shipyard	Galangan Surya PT. Pelni

H. Jadwal Produksi

Untuk memproduksi 25 unit kapal tersebut dalam 2 (dua) tahun, direncanakan jadwal produksi utama sebagai terlihat pada tabel 8. Jadwal produksi utama memerlukan lama waktu proses fabrikasi (*fabrication*), proses perakitan seksi (*sub assembly/assembly*) dan proses perakitan badan kapal (*erection*) masing-masing kapal selama 2 (dua) tahun untuk 6 (enam) galangan induk.

Tabel 8.  
Jadwal produksi utama di PT. Pal Indonesia

	Bulan ke-																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Kapal 1	F	F	F	F	S	S	A	A	E	E	E													
Kapal 2				F	F	F	F	S	S	A	A	E	E	E										
Kapal 3							F	F	F	F	S	S	A	A	E	E	E							
Kapal 4										F	F	F	F	S	S	A	A	E	E	E				
Kapal 5													F	F	F	F	S	S	A	A	E	E	E	

Setiap galangan induk memiliki jadwal utama yang sama namun yang membedakan adalah jumlah kapal yang di produksi. Hal tersebut dilihat dari kemampuan galangan kapal induk terutama pada luas lahan, fasilitas galangan dan sumber daya manusia.

I. Perhitungan Biaya Angkut Panel/Seksi

Dalam produksi kapal perintis 2000 GT yang mengikutsertakan galangan-galangan kecil dan menengah sebagai galangan pendukung untuk tempat membuat panel/seksi, tentunya memerlukan biaya angkut untuk mengirim panel/seksi yang diproduksi oleh galangan-galangan pendukung tersebut berupa sewa *tug boat* dan *barge*. Selain itu untuk memindahkan panel/seksi dari tempat pembuatan menuju *barge* tentunya membutuhkan

alat angkat atau *crane* yang pada kenyataannya di galangan kecil tidak tersedia fasilitas tersebut. Berikut adalah perhitungan jarak dan kebutuhan *barge* untuk menentukan biaya angkut panel/seksi yang dapat dilihat pada tabel 9:

Tabel 9.  
Perhitungan biaya angkut panel/seksi

Dari	Ke	Jarak (km)	Sewa Tug-Barge (Rp)	Unit	Sewa Mobile Crane (Rp)	Unit	Jumlah (Rp)
Galangan Surya PT. Pelni	PT. Pal Indonesia	3.84	45.000.000	3	-	-	135.000.000
PT. Pelindo Marine Service	PT. Pal Indonesia	3.58	45.000.000	1	25.000.000	1	70.000.000
PT. Ben Santosa	PT. Dumas Shipyard	0.4	45.000.000	3	-	-	135.000.000
PT. Najatim Dockyard	PT. Dumas Shipyard	0.5	45.000.000	1	25.000.000	1	70.000.000
PT. Dewa Ruci Agung	PT. Dok dan Perkapalan	3.34	45.000.000	3	-	-	135.000.000
PT. Tambangan Raya Permai	PT. Dok dan Perkapalan	3.42	45.000.000	1	25.000.000	1	70.000.000
PT. Dok Pantai Lamongan	PT. Lamongan Marine Industry	0.55	45.000.000	3	-	-	135.000.000
PT. Lintech Duta Pratama	PT. Lamongan Marine Industry	0.83	45.000.000	1	25.000.000	1	70.000.000
PT. Indonesia Marine Shipyard	PT. Orela Shipyard	58.93	75.000.000	3	-	-	225.000.000
PT. Mitra Artha Gema Permai	PT. Orela Shipyard	0.01	45.000.000	1	25.000.000	1	70.000.000
PT. Bintang Timur Samudera	PT. Adiluhung Sarana Segara	18.62	65.000.000	3	-	-	195.000.000
PT. Tri Warako Utama	PT. Adiluhung Sarana Segara	0.20	45.000.000	1	25.000.000	1	70.000.000
Jumlah = Rp							1.380.000.000

Pada tabel 9 dijelaskan bahwa pengangkutan panel/seksi menggunakan *barge* ukuran 150 ft (panjang 45,75 m x lebar 15,5 m x tinggi 3 m) dengan ditarik *tug boat* kapasitas 300 HP. Biaya sewa untuk sekali jalan pada wilayah sekitar tanjung perak yaitu Rp.45.000.000,-. Biaya tersebut tentunya dipengaruhi jarak tempuh dari galangan pendukung menuju galangan induk.

Untuk jumlah angkut panel/seksi dari galangan pendukung II wilayah surabaya membutuhkan 3 (tiga) kali angkut, sehingga biaya yang dibutuhkan yaitu Rp.135.000.000,-. Untuk biaya angkut dari galangan pendukung I wilayah Surabaya membutuhkan 1 (satu) kali angkut namun memerlukan *mobile crane* untuk *handling* dari *assembly area* menuju *barge*, sehingga harus sewa dengan harga Rp.25.000.000,- per hari. Jadi total biaya angkut dari galangan pendukung ke galangan induk wilayah Surabaya yaitu Rp.205.000.000,- untuk satu kapal. Biaya tersebut sama dengan biaya angkut wilayah Lamongan.

Sedangkan biaya paling tinggi untuk persewaan *tug boat* dan *barge* yaitu pada pembangunan wilayah Gresik dengan galangan induk PT. Orela Shipyard yang didukung oleh PT. Indonesia Marine Shipyard dengan jarak 58,93 km yang membutuhkan biaya Rp.75.000.000 untuk sekali angkut. Sehingga total biaya angkut dari galangan pendukung I dan pendukung II yaitu Rp.295.000.000,- untuk satu kapal. Biaya yang lebih mahal berikutnya yaitu pada pembangunan wilayah Madura dengan galangan induk PT. Adiluhung Sarana Segara yang didukung oleh PT. Bintang Timur Samudera dengan jarak 18,62 km yang membutuhkan biaya Rp.65.000.000,- untuk sekali angkut, sehingga total biaya angkut dari galangan pendukung I dan pendukung II yaitu Rp.265.000.000,- untuk satu kapal.

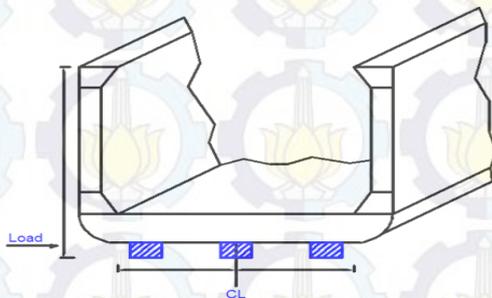
J. Sistem Akurasi Kontrol

Akurasi kontrol dapat didefinisikan sebagai pemakaian teknik-teknik statistik untuk memonitor, mengontrol ketepatan dari proses-proses pekerjaan produksi yang bertujuan untuk memperkecil kesalahan dan pekerjaan ulang, yang pada akhirnya dapat mempertinggi produktivitas [3]. Hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan akurasi kontrol yaitu:

- Persiapan pengukuran komponen datar diadakan pengecekan terhadap komponen-komponen yang telah terpotong kemudian mempersiapkan peralatan

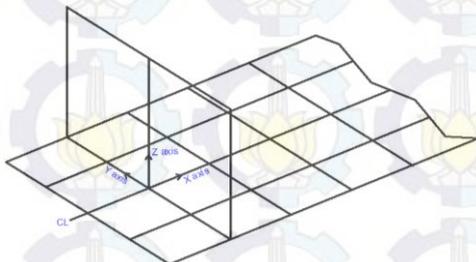
dan perlengkapan alat ukur dalam keadaan baik dan masih berlaku tanggal kalibrasinya.

- Pelaksanaan pengecekan komponen pengukuran dilakukan sesuai ukuran yang ada dalam *check sheet*, bila ukuran di lapangan tidak sesuai dengan ukuran gambar maka data penyimpangan dicatat pada *check sheet*, Komponen yang telah diukur oleh tim akurasi kontrol ditulis nama A/C serta tanggal pengukuran dengan menggunakan *steel marker*
- Pelaksanaan *sub assembly/assembly*  
Pada tahap ini komponen yang diukur adalah sambungan antara komponen serta jarak *inner part*. Pada tahap ini diutamakan untuk ketepatan penyambungan dimensi dan jarak *inner part*. Pengukuran dilakukan sebelum pengelasan penuh (las ikat) dan sesudah pengelasan penuh, hal tersebut untuk menjaga agar ukuran yang telah diberikan pada tahap fabrikasi dapat terjaga dengan baik.
- Analisa penyebab dan pencegahannya  
penyimpangan dimensi yang terjadi sebenarnya tidak sebesar yang terlihat pada pengamatan, namun demikian penyimpangan dimensi yang sesungguhnya terjadi memang perlu mendapat perhatian agar hal yang sama dapat dihindari/diperkecil.
  - Deformasi/defleksi pada blok penempatan kupingan (titik angkat) dan sistem *handling* pengangkatan blok harus betul-betul menghindari kondisi yang memungkinkan terjadinya torsi pada blok
  - Posisi level blok  
Dimensi-dimensi melintang pada blok juga dapat dicek dengan memakai load dan garis bantu pada lantai dok.



Gambar 4. Penggunaan load dan garis bantu untuk pengecekan dimensi

- Metode kontrol dimensi  
Sistem pengukuran pada blok harus dilakukan dengan sistem pengukuran tiga dimensi (sumbu X, Y, dan Z) seperti pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 5. Pengukuran sumbu X, Y, dan Z

## V. KESIMPULAN

1. Kondisi kemampuan produksi industri manufaktur kapal saat ini yang mampu membangun kapal baru di Jawa Timur yaitu ada 6 (enam) galangan, yaitu: PT. Pal Indonesia, PT. Dumas Tanjung Perak Shipyard, PT. Dok dan Perkapalan Surabaya, PT. Lamongan Marine Industry, PT. Orela Shipyard dan PT. Adiluhung Sarana Segara. Industri manufaktur kapal tersebut memiliki *track record*/pengalaman membangun kapal dengan ukuran di atas 2000 GT.
2. Penerapan *batch production system* di Jawa Timur dimulai dengan pemilihan galangan yang mengacu pada kriteria galangan kapal negara yang ditetapkan oleh Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor UM.001/17/2/DK.15, sehingga didapat 6 galangan kapal yang bisa melakukan pembangunan kapal negara, dan 12 galangan pendukung. Selanjutnya dibagi menjadi 3 wilayah pembangunan, yaitu wilayah 1 meliputi Surabaya, wilayah 2 meliputi Madura dan wilayah 3 meliputi Gresik-Lamongan.
3. Sistem atau alur *batch production* untuk galangan induk membangun panel/seksi bagian bottom sampai geladak A termasuk lambung dan sekat. Untuk galangan pendukung I (galangan skala menengah) membangun panel/seksi bagian geladak B dan C termasuk sisi dan sekat dinding. Sedangkan galangan pendukung II (galangan skala kecil) membangun bagian geladak D dan E termasuk sisi dan sekat dinding. Panel/seksi dari galangan pendukung akan di kirim ke galangan induk dengan *barge* untuk dilakukan perakitan badan kapal/*erection*.
4. Sistem akurasi kontrol dilakukan disetiap tahapan pekerjaan dengan pengukuran tiga sumbu yaitu X, Y, dan Z, mulai dari tahap fabrikasi, *sub assembly* (pembuatan panel/seksi), *assembly* (pembuatan blok), sampai dengan *erection* (penggabungan blok). Setiap tahapan akan dilakukan pemeriksaan dimensi, ketepatan, dan kualitas pekerjaan

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis berikan kepada Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. dan Ir. Soejitno selaku dosen pembimbing. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, PhD. selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS dan Dosen-dosen Jurusan Teknik Perkapalan. Kedua orang tua tercinta yang tiada henti-hentinya mendoakan penulis dan memberikan dukungan baik moril maupun materiil, serta kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Bidik Misi tahun 2011-2016.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Groover, P Mikell. (1980). *Automation production system and computer-integrated manufacturing*. Prentice Hall: Englewood
- [2] Arman H, Nasution. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Guna Widya.
- [3] Lee Storch, Richard. (1995). *Ship Production second edition*. New Jersey: Pavonia Avenue
- [4] Marsetio. (2014). *Sea Power Indonesia*, UNHAN, Indonesia
- [5] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Republik Indonesia