

# Studi Implementasi *Six Sigma* dalam Sistem Inventori Galangan Kapal

Elwin, Soejitno, Sri Rejeki Wahyu Pribadi

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: sri-rejeki@na.its.ac.id

**Abstrak**— Dalam industri galangan kapal terdapat bahan baku, barang dalam proses dan barang jadi yang merupakan macam-macam bentuk dari persediaan dan berhubungan dengan stok, ketika persediaan tidak dikelola dengan benar maka akan terjadi pembengkakan biaya/pengeluaran biaya yang tidak dibutuhkan. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui kondisi inventori di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya, untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya variabilitas output *six sigma* dan mengurangi *defect* pada sistem inventori dengan menggunakan metode *six sigma* DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*),. Berdasarkan perhitungan Material Pipa mengalami *defect* sebesar 50.98% dengan nilai sigma 1.48, Material Elbow mengalami *defect* sebesar 89.80% dengan nilai sigma 0.33, Material Flange mengalami *defect* sebesar 71.99% dengan nilai sigma 0.90, Material Paking mengalami *defect* sebesar 13.12% dengan nilai sigma 2.74 dan Material Mur mengalami *defect* sebesar 17.26% dengan nilai sigma 2.57. Sesuai dengan perhitungan *reorder point for the inventory* untuk masing-masing material, maka dapat diketahui bahwa material Pipa *reorder point* adalah 58 lonjor, elbow 100 buah, flange 168 buah, paking 24 buah dan mur 946 buah. Nilai sigma yang diperoleh dalam perhitungan tingkat persediaan masih jauh dari nilai yang seharusnya dapat dicapai oleh suatu perusahaan (6), sehingga dilakukan tahap *Improve* dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), pembuat SOP Pengendalian persediaan material dengan format baru serta galangan perlu melakukan perhitungan *reorder point*.

**Kata Kunci**—Material Fast Moving, *Six Sigma*, DMAIC, FMEA, SOP

## I. PENDAHULUAN

**B**ARANG persediaan atau disebut *inventory* adalah barang-barang yang biasanya dijumpai di gudang tertutup, lapangan, gudang terbuka, atau tempat-tempat penyimpanan lain, baik berupa bahan baku, barang setengah jadi, barang jadi, barang-barang untuk keperluan operasi, atau barang-barang untuk keperluan suatu proyek.

Persediaan mewakili sebagian besar dari investasi bisnis yang harus dikelola dengan baik untuk memaksimalkan keuntungan. Persediaan berhubungan dengan bermacam-macam: mencari perimbangan antara jumlah stok yang benar tetapi tidak terlalu banyak, meningkatkan *turnover* persediaan tanpa mengorbankan tingkat pelayanan, menjaga stok terendah tetapi tidak membahayakan kinerja, memelihara bermacam-macam stok yang sangat luas tetapi tidak menghabiskan dengan cepat sehingga menipis, mempunyai persediaan yang mencukupi tanpa item-item yang usang atau tidak terpakai,

selalu mempunyai stok yang diinginkan tetapi tidak item yang lambat, ketika persediaan tidak dikelola dengan benar maka akan terjadi pembengkakan biaya/pengeluaran biaya yang tidak dibutuhkan. Banyak metode yang dikembangkan untuk mengatur persediaan barang/material di gudang penyimpanan material. Penelitian kali akan menggunakan metode *six sigma* untuk menganalisis pengurangan waktu siklus dan mengurangi *defect* (cacat). Dengan peningkatan tersebut, diharapkan menghasilkan penghematan biaya yang dramatis[1].

## II. METODE

### A. Tahap Telaah

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan studi lapangan dan literatur tentang kondisi inventori di galangan kapal PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.

Tahap selanjutnya adalah *Six Sigma* merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui tahap DMAIC, yang harus melibatkan manajemen dari tingkat atas sampai tingkat bawah secara intensif. DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. Konsep DMAIC merupakan konsep *close-loop* dimana *output* dari tiap tahap akan menjadi *input* bagi tahap berikutnya. Tahap-tahap dalam konsep DMAIC yang meliputi tahap: *define, measure, analyze, improve and control*[2].

*Define* (menentukan masalah) - Permasalahan yang ingin diperbaiki pada penelitian ini adalah tingkat persediaan material pada PT. Dok dan Perkapalan Surabaya yang selalu dibawah *quantity minimum*, hal ini dapat menyebabkan tertundanya waktu *delivery* kapal maupun penambahan biaya akibat tidak tersedianya material saat dibutuhkan untuk pengerjaan proyek kapal.

*Measure* (mengukur) - terdiri dari menentukan faktor Y dimana faktor Y berperan sebagai persediaan untuk mencukupi kebutuhan material yang dibutuhkan dalam proses industri kapal, membuat rencana pengumpulan data, mengukur tingkat persediaan yang kemudian dikonversikan kedalam *final yield* dan nilai sigma, serta mengidentifikasi faktor faktor X yang mempengaruhi Y. Proyek Y adalah tingkat ketersediaan material.

*Analyze* (analisis) - Pada tahap ini akan dilakukan analisis proses, fakta dan data untuk mendapatkan pemahaman mengenai mengapa suatu permasalahan terjadi dan dimana terdapat kesempatan untuk melakukan perbaikan, yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat persediaan material. Dengan menggunakan metode *Stepwise Regression* dapat

diketahui faktor variabel mana yang berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat persediaan.

*Improve* (Memperbaiki) - Setelah melakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi alternatif-alternatif pemecahan masalah. Dari alternatif solusi yang muncul kemudian dilakukan perancangan yang digunakan sebagai implementasi solusi. Perancangan dilakukan melalui *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), berdasarkan tiga nilai yaitu kerumitan (*saverity*), probabilitas kejadian (*occurance*) dan detektabilitas (*detection*). Dengan menggunakan skor 1 – 10, skor diberikan pada masing-masing masalah potensial. Masalah yang lebih serius untuk masalah yang sulit dideteksi[3].

Jenis material yang dibahas adalah yang bersifat *fast moving*, material yang disediakan dalam jumlah yang relatif banyak, berkesinambungan serta stoknya selalu harus ada. Ada 5 jenis material yang akan dianalisis pada penelitian ini yaitu pipa, elbow, flange, paking dan mur

Data yang diambil adalah data persediaan dan pemakaian material, diambil dari setiap transaksi yang terjadi. Periode yang diambil pada tanggal 01 Desember 2010 sampai dengan 10 April 2012. Data persediaan dan pemakaian material digunakan untuk menghitung material *defect* yang terjadi pada *inventory quarterly of material* di perusahaan selama kurung waktu tersebut. Perhitungan akan dibagi setiap empat bulan (caturwulan). Selain data persediaan dan pemakaian material yang digunakan dalam tahap *measure*, tahap *analyze* memerlukan data mengenai faktor-faktor yang diduga mempengaruhi tingkat persediaan material, yaitu data *minimal quantity*, *lead time* dan fluktuasi pemakaian material.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Define

Permasalahan yang berhubungan dengan material digudang antara lain:

- Perencanaan stok yang tidak sesuai dengan kebutuhan.
- Saat penerimaan, spesifikasi material tidak sesuai dengan kebutuhan.
- Saat penyimpanan, terbatasnya ruang penyimpanan.
- Saat penyimpanan dan perawatan, material mengalami kerusakan.

#### B. Measure

Hasil dari perhitungan tingkat persediaan – yang dalam proyek *six sigma* disebut kinerja *baseline*, dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini. Berikut rata-rata persediaan:

Tabel 1 Rata-rata Persediaan tiap Caturwulan

Jenis Material	Rata – rata Persediaan							
	Caturwulan I		Caturwulan II		Caturwulan III		Caturwulan IV	
	OK	Defect	OK	Defect	OK	Defect	OK	Defect
Pipa	116	116	67	73	79	83	64	67
Elbow	17	165	4	121	27	130	13	121
Flange	40	190	31	162	83	136	81	116
Paking	119	21	132	26	158	13	167	27
Mur	183	25	227	28	212	57	164	54

Penerapan *six sigma* berbasis pada perhitungan defect yang terjadi pada sebuah proses dengan menggunakan ukuran-ukuran *defect* pada sebuah proses sehingga dapat dievaluasi keefektifan sebuah proses yang sedang berlangsung.

Penelitian *final yield* yang menggambarkan presentase *Inventory quarterly of material* dari masing-masing material dalam jangka waktu 4 caturwulan. Nilai *final yield* tersebut kemudian dikonversikan ke nilai sigma. Nilai *final yield* diperoleh dari:

$$Proportion\ defective = \frac{jumlah\ defective}{jumlah\ unit} \quad (1)$$

$$Final\ Yield = (1 - proportion\ defective) \times 10\% \quad (2)$$

Tabel 2 Pengukuran Six Sigma

No	Jenis Material	Proportion defect	Final Yield	Nilai Sigma
1	Pipa	0.5098	49.0226	1.4743
2	Elbow	0.8980	10.2007	0.3291
3	Flange	0.7199	28.0095	0.9035
4	Paking	0.1312	86.8778	2.7357
5	Mur	0.1726	82.7368	2.5653

Berikut ini adalah tabel nilai *final yield* yang telah dikonversikan ke nilai sigma.

“...Beranjak dari 2 sigma ke 3 sigma merupakan sebuah tujuan yang menantang...Jika tercapai 3 atau 4 sigma, divisi anda akan menghemat \$100 Juta...” [4]

Nilai sigma yang diperoleh masih jauh dari nilai yang seharusnya dapat dicapai oleh suatu perusahaan (6 ). Persentase defect terbesar ada pada material paking dan mur dengan perhitungan pada data *inventory quarterly of material* yang dibagi menjadi 4 caturwulan. Hal ini menunjukkan bahwa material yang selalu berada dibawah ketentuan *quantity minimum* yang telah ditentukan, bahkan material terkadang berada dalam keadaan kosong/tidak ada, sehingga hal ini akan mempengaruhi proses produksi kapal di galangan PT. Dok dan Perkapalan Surabaya, sehingga hasil perhitungan tersebut perlu diperhatikan oleh pihak Departemen Gudang sebagai pihak yang bertanggung jawab terhadap pengendalian persediaan material, maka perlu dilakukan usaha-usaha untuk memenuhi ketersediaan material yang dibutuhkan untuk mencapai *six sigma* (6 ).

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh pada tingkat persediaan dengan *brainstroming* dengan pihak Departemen Gudang yang berwenang dalam penanganan material di galangan. Alat bantu yang digunakan adalah Diagram Penyebab dan Efek (*Cause and Effect Diagram*), dengan diagram ini dapat membuat daftar terstruktur dari penyebab-penyebab potensial, *effect* atau masalah adalah Y dan *cause* atau akar masalah yang mungkin muncul adalah X.

#### C. Analyze

Setelah pembahasan *Define* dalam mendeskripsikan permasalahan dan *Measure* untuk pengukuran faktor Y sebagai fungsi tingkat ketersediaan material. Langkah selanjutnya adalah *Analyze* yang berfungsi untuk menganalisis faktor-faktor yang diduga mempengaruhi *defect* yang terjadi

pada tingkat persediaan material. Langkah-langkah untuk pengerjaan *Analyze* adalah:

1. Uji kenormalan data  
Data akan diujikan kenormalannya sebagai syarat untuk dilakukan regresi pada tahap selanjutnya. Data tidak normal ditunjukkan dengan data *asymptotic significance* < 0.05, Ho ditolak. Maka perlu dilakukan transformasi data. Didapatkan *asymptotic significance* > 0.05, Ho diterima untuk Persediaan Rata-rata Material dan Fluktuasi Pemakaian Material.
2. Metode stepwise  
Untuk mencari variabel independen yang mempunyai korelasi paling tinggi terhadap variabel dependen (y). Variabel independen yang mempunyai korelasi paling tinggi terhadap variabel dependen (y : Persediaan Rata-rata Material) akan ditampilkan terlebih dahulu, output yang akan keluar terlebih dahulu adalah material yang paling berpengaruh terhadap Persediaan Rata-rata Material.
3. Uji One-Way Anova  
Untuk melihat perbedaan/adanya korelasi atau tidak terhadap lima jenis material (pipa, elbow, flange, paking dan mur). Karena F hitung (2.932) > F tabel (2.57), maka Ho ditolak dan H1 diterima. Ini berarti tidak sama atau ada perbedaan signifikan antara kelima jenis material tersebut dalam tingkat persediaan rata-rata material. Sehingga Model Regresi akan berbeda untuk masing-masing jenis material.

Tahapan *analyze* ini dapat melibatkan penggambaran kerja suatu proses (dalam hal ini sistem inventori dalam galangan dengan melihat ketiga faktor yaitu *minimal order quantity*, *lead time* dan distribusi konsumsi material yang berpengaruh dalam tingkat persediaan material) untuk menemukan akar permasalahan, pembuatan tingkatan serta membuat diagram data. Fase ini memperhatikan hubungan antara variabel respons Y dan variabel input X, faktor ini sangat penting dimana akan mempengaruhi hasil.

Dari hasil analisis regresi pada tahap *analyze* diperoleh hasil bahwa faktor yang paling berpengaruh pada tingginya persediaan adalah:

- Fluktuasi Pemakaian Material
- *Minimal Order Quantity*
- *Lead Time*

Untuk menjaga *stock* dalam dalam tahap aman, maka perlu dihitung material tersebut kapan melakukan *reorder*. Berikut adalah fungsi untuk melakukan perhitungan *reorder point quantity*.

$$Reorder\ Quantity = \sqrt{\frac{2CR}{PF}}$$

- R = Average annual demand in units
- C = Ordering cost per order
- P = Unit purchase cost
- F = Annual holding cost as a fraction of purchase

*D. Improve*

*Failure modes* sendiri mengarah pada suatu langkah maupun mode yang mungkin mengalami kegagalan.

Sedangkan *Effects* analisis mengarah pada suatu studi yang membahas tentang konsekuensi dari kegagalan tersebut.

*Rating* risiko keseluruhan diperoleh dari pengalian antara ketiga skor (*severity, occurance, detection*) sehingga diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN). Solusi yang didahulukan adalah tindakan-tindakan untuk mengurangi risiko dengan memfokuskan pada masalah-masalah potensial yang memiliki potensial prioritas tertinggi (nilai RPN tertinggi).

Langkah selanjutnya adalah *Design Standard Operating Procedure* (SOP) untuk mengendalikan ketersediaan material di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya, jika SOP yang salah atau tidak tepat bisa menyebabkan bisnis proses di internal perusahaan menjadi kacau dan tidak berkembang. Oleh karena itu *design* SOP harus bisa dijalankan sedemikian rupa dan jelas serta detail sehingga individu yang bekerja di dalamnya juga bisa mengetahui bagaimana menjalankan suatu prosedur kerja.

Jenis yang SOP yang digunakan adalah jenis Flowcharts, dimana merupakan format yang biasa digunakan jika dalam SOP tersebut diperlukan pengambilan keputusan yang banyak (kompleks) dan membutuhkan jawaban "ya" atau "tidak" yang akan mempengaruhi sub langkah berikutnya. Format ini juga menyediakan mekanisme yang mudah untuk diikuti dan dilaksanakan oleh para pegawai melalui serangkaian langkah-langkah sebagai hasil dari keputusan yang telah diambil.

IV. KESIMPULAN

1. Kondisi inventori di galangan kapal PT. Dok dan Perkapalan Surabaya menggunakan estimasi perencanaan kebutuhan yang meliputi perencanaan jenis, jumlah dan waktu kebutuhan material yang tersedia dalam perhitungan *Material Requirement Plan*. Tingkat persediaan material dikontrol oleh pihak gudang dan pengontrolan berdasarkan *minimum order quantity*, namun sering terjadi ketersediaan material dalam keadaan tidak tersedia ketika ada permintaan dari bengkel produksi.
2. Tidak tersedianya material ini dikarenakan galangan belum memperhitungkan kapan material tersebut harus dilakukan *reorder point* (terutama untuk material yang bersifat *fast moving*), hal ini menyebabkan perhitungan nilai *six sigma* untuk ketersediaan material selalu dibawah nilai sigma 3 (material pipa sigma 1.48, material elbow sigma 0.33, Material flange sigma 0.90, material paking sigma 2.74, material mur sigma 2.57).
3. Dari hasil analisis regresi pada tahap *analyze* diperoleh hasil bahwa faktor yang paling berpengaruh pada tingginya persediaan adalah:
  - Fluktuasi Pemakaian Material ( $R^2 = 4.32$ )
  - *Minimal Order Quantity* ( $R^2 = 3.89$ )
  - *Lead Time* ( $R^2 = 3.83$ )
4. Berdasarkan perhitungan *reorder point* yang telah dilakukan, diharapkan hal ini bisa diterapkan dalam galangan kapal, supaya sigma ketersediaan material tidak mengalami *defect* yang besar, dengan begitu material yang diminta oleh bengkel produksi akan selalu tersedia.

5. Selain itu, adapun urutan prioritas dari alternatif solusi dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah:
  - Evaluasi tingkat persediaan (*minimal and maximal order quantity*) secara periodic;
  - Kontrak unit *price* jangka panjang untuk pemesanan material;
  - Pengawasan dan pendataan material yang belum digunakan;
  - Penerapan sistem peletakkan kembali material yang sistematis; dan
  - Penghilangan sistem lama yang memperbolehkan bengkel produksi bisa melakukan pemesanan material, pemesanan material seharusnya hanya bisa dilakukan oleh pihak gudang.
6. Perencanaan SOP Pengendalian Distribusi dan Ketersediaan Material yang baru diharapkan dapat menjaga ketersediaan material dalam jumlah yang proposional sehingga tidak terjadi keterlambatan pengerjaan dikarenakan material yang kosong.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing, penguji dan dosen jurusan teknik perkapalan, serta kedua orang tua dan para guru yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pande, P. S. "What is Six Sigma," Yogyakarta, Jawa Tengah Indonesia: Penerbit Andi.
- [2] Dhimi. (2009, January 25), "hadimi.blogspot.com," Retrieved April 24, 2012, from [hadimi.blogspot.com: http://hadimi.blogspot.com/2009/01/metodologi-six-sigma-dalam-peningkatan.html](http://hadimi.blogspot.com/2009/01/metodologi-six-sigma-dalam-peningkatan.html).
- [3] Gaspersz, V. "Pedoman Implementasi Program Six Sigma: Terintegrasi dengan ISO 9001, MBNQA dan HACCP. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Pande. P. "The Six Sigma Way," Yogyakarta: Andi Yogyakarta.