ANALISA RISIKO OPERASIONAL PROSES BANGUNAN KAPAL BARU (STUDI KASUS PEMBANGUNAN KAPAL LPD 124 M DI PT. PAL INDONESIA (PERSERO))

Candra Permana P [1], Minto Basuki[2], Erifive Pranatal[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Perkapalan, FTMK ITATS
Jl.Arief Rahman Hakim, No 100 Surabaya, 60117, telpon 031-594503
[*]email: candrapermana95@gmail.com

ABSTRACT

Developing a new ship through a long series of production phases encounters some problems both technical and non-technical. They can influence the production process/activity which then hinders the target/goal achievement. The decreasing quality of new ship building process can cause some risks which bring bad effects to either process or product. Kinds of risks that may occur during the new ship building process and prevention steps to overcome/diminish them are in need of analyses. The researcher employed Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to analyze the risks. The results of this research reported that Fitting on Sub-Assembly/Assembly Shop with the highest failure potential of Misalignment got RPN 161, while Welding on Sub Assembly/Assembly Shop with the highest failure potential of Crack obtained RPN 175. Fitting on Erection Shop with the highest failure potential of Misallignment gained RPN value 199.8, while Welding on Erection Shop with the highest failure potential of Round Weld got RPN value 149. The process of risk mitigation on the new ship building operation requires Fit Up and Check Accuracy. The welding process needs some checks on material surface, welding gap, gas use, WPS understanding, and welder skill.

Keywords : *New Shipbuilding; FMEA; Risk Management.*

ABSTRAK

Pembangunan kapal baru yang melalui serangkaian tahapan proses produksi yang panjang seringkali terjadi beberapa hambatan, baik hambatan dalam hal teknis maupun non-teknis yang dapat mempengaruhi kegiatan/proses produksi tersebut sehingga target yang dituju meleset/tidak tercapai. Penurunan kualitas pada proses bangunan kapal baru dapat menyebabkan beberapa risiko yang berdampak buruk pada proses maupun hasil dari pekerjaan. Risiko-risiko apa saja yang dapat terjadi dan apa pencegahan yang diberikan agar risiko tersebut berkurang atau bahkan hilang pada proses bangunan kapal baru. Untuk menyelesaikan permasalahan ini dilakukan analisa risiko dengan menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah pada *Fitting On Sub Assembly/Assembly Shop* dengan potensi kegagalan tertinggi yaitu ketidaklurusan (*Missallignment*) dengan nilai RPN 161, pada *Welding On Sub Assembly/Assembly Shop* dengan potensi kegagalan tertinggi yaitu retak (*Crack*) dengan nilai RPN 175, pada *Fitting On Erection Shop* dengan potensi kegagalan tertinggi yaitu ketidaklurusan (*Missallignment*) dengan nilai RPN 199,8, dan *Welding On Erection Shop* potensi kegagalan tertinggi yaitu las putar (*Round Weld*) dengan nilai RPN 149. Adapun proses mitigasi risiko operasional pembangunan kapal baru maka harus dilakukan tindakan *Fitt Up* dan *Check Accuracy*. Selanjutnya pada proses *Welding* perlu dilakukan pengecekan permukaan material, cek *gap* pengelasan, cek gas yang akan digunakan, memahami WPS, dan *skill* tukang las.

Kata Kunci : Bangunan Baru; FMEA; Manajemen Risiko.

PENDAHULUAN

Kegiatan operasional pembangunan kapal baru di PT. PAL Indonesia (Persero) tidak terlepas dari risiko-risiko yang dapat menyebabkan berbagai macam kendala dan bahkan dapat menimbulkan kerugian yang disebabkan oleh proses internal, kesalahan sumber daya manusia, kerusakan atau kesalahan sistem, kerugian yang disebabkan kejadian dari luar perusahaan dan kerugian karena pelanggaran hukum atau peraturan oleh perusahaan.

Kondisi perekonomian dunia yang mengalami krisis global memberi dampak yang kurang menguntungkan bagi perusahaan kontraktor pembangunan kapal, yang merupakan perusahaan dengan tingkat pengembalian modal rendah atau *low yielding industry*. Risiko yang tidak tertangani dengan baik akan mengganggu proses pembangunan kapal [1]. Dalam pembangunan kapal baru yang melalui serangkaian tahapan proses produksi yang panjang seringkali terjadi beberapa hambatan, baik hambatan dalam hal teknis maupun non-teknis yang dapat mempengaruhi kegiatan/proses produksi tersebut sehingga target yang dituju meleset/tidak tercapai. Jika suatu target proyek tersebut tidak tercapai maka dapat dikatakan bahwa proyek tersebut tidak sukses.

Di dalam struktur organisasi divisi jaminan kualitas dan standarisasi departemen yang memiliki peran dan tugas yang berkaitan langsung dengan kualitas kapal yang dihasilkan dan melekat dengan proses produksi yang dijalankan adalah departemen *Quality Control* dan departemen *Quality Assurance Enginering* dan *Commissioning* kapal [2]. Pada pekerjaan jembatan Sidamukti – Kadu di Majalengka. Terdapat 16 risiko berkategori serius yang menghasilkan RPN sebesar 30,00. Setelah melalui perbaikan RPN mengalami penurunan menjadi 12,5 dan didapat 6 risiko kritis [3]. Kecacacatan pada produk lolly di PT. XYZ. Diakibatkan beberapa faktor, yaitu suhu pendingin produk pada *level* 1 dengan suhu 140 C, kecepatan injeksi angin pada *level* 2 dengan kecepatan 25 m/s dan suhu injeksi bahan baku ke dalam cetakan pada level 1 dengan kecepatan 220 m/s. Hasil penerapan metode FMEA diperoleh faktor yang paling berpengaruh besar penyebab kegagalan proses produksi yaitu suhu pendingin produk yang terlalu tinggi dengan nilai RPN terbesar 192 [4].

Untuk menganalisa risiko-risiko kemungkinan yang akan muncul dalam proses pembangunan kapal baru dengan menggunakan *metode Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). FMEA adalah penilaian risiko yang diperoleh dari proses hasil kali antara *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* suatu risiko yang dinyatakan dengan *Risk Priority Number* (RPN). Hal tersebut diharapkan risiko yang tingkat keparahannya tinggi dapat diketahui dan dapat dilakukan mitigasi agar tidak menggangu suatu proses produksi. Maka dari penilaian menggunakan FMEA ini perlu dilakukan identifikasi jenis-jenis risiko pada proses pembangunan kapal agar dapat diselesaikan tepat waktu, proyek yang lainnya dapat segera dikerjakan dan tidak adanya kerugian yang signifikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses produksi kapal dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu *Frame Erecting System* dan *Block Assembling System. Frame Erecting System* adalah suatu cara pembangunan badan kapal dimana pelat dan penguatnya terpisah, sedangkan *Block Assembling System* adalah suatu cara pembangunan badan kapal dimana pelat dan penguatnya telah terpasang. Dalam *Block Assembling System*, pembentukan badan kapal dapat dilakukan dengan sistim panel-panel seksi dan sistim blok [5].

Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah suatu pendekatan terstruktur/metodologi dalam mengelola ketidakpastian yang berkaitan dengan ancaman; suatu rangkaian aktivitas manusia termasuk: Penilaian risiko, pengembangan strategi untuk mengelolanya dan mitigasi risiko dengan menggunakan pemberdayaan/pengelolaan sumber daya. Strategi yang dapat diambil antara lain adalah memindahkan risiko kepada pihak lain, menghindari risiko, mengurangi efek negatif risiko, dan menampung sebagian atau semua konsekuensi risiko tertentu. Dalam proyek besar seperti produksi bangunan kapal baru risiko ini sangatlah mungkin terjadi, sehingga dapat mengakibatkan suatu kerugian apabila risiko ini terjadi dan tidak dapat dikendalikan dengan baik. Bahwa risiko dalam suatu proses produksi dapat merugikan di berbagai hal seperti biaya, waktu, kesulitan perusahaan untuk memperbaiki dan memanajemen ulang risiko tersebut,

maupun dampak terhadap kelangsungan perusahaan dalam jangka waktu tertentu apabila terlalu sering melakukan kesalahan produksi [6]. Risiko operasional (*operational risk*) adalah risiko kerugian yang diakibatkan oleh kegagalan atau tidak memadainya proses internal, manusia dan sistem, atau sebagai akibat dari kejadian eksternal. Risiko ini akan memberikan dampak kepada seluruh bisnis usaha karena risiko operasional sehari-hari. Risiko operasional dapat timbul antara lain karena adanya ketidakcukupan atau tidak berfungsinya proses internal.

METODE

Pada tahap studi literatur, dilakukan pencarian dasar teori yang dibutuhkan untuk mendasari pemecahan masalah yang muncul pada tahap perumusan masalah. Dasar-dasar teori tersebut dapat dilakukan dengan membaca buku, jurnal, paper, ataupun skripsi sebelumnya yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat pada skripsi ini. Literatur yang dibutuhkan untuk mendasari pemecahan masalah pada skripsi ini adalah referensi mengenai operasional kapal, studi jurnal pembangunan kapal baru, metode FMEA dan data-data yang mengacu pada standar pedoman dalam pembangunan kapal baru, dan studi tugas akhir sebelumnya mengenai risiko proses bongkar curah kering menggunakan metode FMEA di PT. XYZ oleh Danang Endraswara.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Proses analisis dalam skripsi ini dilakukan pada item seperti pada tujuan penelitian, yaitu: (i) mengidentifikasi risiko-risiko penurunan kualitas yang terjadi pada proses pekerjaan bangunan kapal baru di PT. PAL Indonesia (Persero) dengan menggunakan metode FMEA, (ii) mengetahui hasil peringkat risiko penurunan kualitas pada pekerjaan bangunan baru di PT. PAL Indonesia (Persero) dengan menggunakan metode FMEA, dan (iii) mengetahui proses mitigasi risiko penurunan kualitas pada proses bangunan kapal baru di PT. PAL. Data-data proses pembangunan kapal baru yang ada di PT. PAL Indonesia (Persero) pada kapal LPD dipakai sebagai sampel data dalam proses analisis. Sampel data meliputi ukuran utama kapal LPD tersebut adalah sebagai berikut : LOA: 124.00 m; LPP : 107.49 m; *Breadth* : 21.80 m; *Depth*: 11.30 m; *Draft:* 5.00 m; *Crews*: 102 p; *Speed* (*Max*) : 16.00 knots

Identifikasi Risiko

Penurunan kualitas pada proses bangunan baru kapal *Landing Platform Dock* (LPD) dilakukan pada tahap *sub assembly/assembly* dan *erection*. Adapun jenis risiko dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Jenis risiko pada tahap *Sub Assembly/Assembly* dan *Erection*

Tahap	Risiko	Jenis/Sumber Risiko
Sub Assembly / Assembly dan *Erection*	*Fitting*	Kesalahan pemasangan (*Misfitting*)
		Belum terpasang (*Missing*)
		Ketidaklurusan (*Missallignment*)
		Gap joint plate
		Deformation structure
		Defect cutting
	Welding	Panjang kaki las (*Leg length*)
		Las putar (*Round Weld*)
		Belum dilas (*Welding Omitted*)
		Retak (*Crack*)
		Bentuk hasil las (*Bead Appearce*)

Potensi Kegagalan

Potensi kegagalan yang mempengaruhi terjadinya risiko penurunan kualitas yang terjadi saat proses pembangunan kapal baru. Data dari potensi kegagalan didapat dari wawancara langsung dengan pekerja lansung di lokasi.

Tabel 2. Uraian Pekerjaan dan Potensi Kegagalan

No.	Uraian Pekerjaan	Potensi Kegagalan
1.	Peletakan pengaturan dan penyesuaian posisi konstruksi.	Kesalahan pemasangan (*Misfitting*)
		Belum terpasang (*Missing*)
		Ketidaklurusan (*Missallignment*)
		Gap joint plate
		Deformation structure
		Defect cutting
2.	Penggabungan/pengelasan bagian-bagian konstruksi yang telah melalui proses *Fitting*	Panjang kaki las (*Leg length*)
		Las putar (*Round Weld*)
		Belum dilas (*Welding Omitted*)
		Retak (*Crack*)
		Bentuk hasil las (*Bead Appearce*)
3.	Peletakan pengaturan dan penyesuaian posisi antar blok-blok dari tahap *Assembly*	Kesalahan pemasangan (*Misfitting*)
		Belum terpasang (*Missing*)
		Ketidaklurusan (*Missallignment*)
		Gap joint plate
		Deformation structure
		Defect cutting
4.	Penggabungan (pengelasan) antar blok dari tahap *Assembly*	Panjang kaki las (*Leg length*)
		Las putar (*Round Weld*)
		Belum dilas (*Welding Omitted*)
		Repair defect ex.stopper
		Bentuk hasil las (*Bead Appearce*)

Penilaian FMEA

Metode FMEA untuk menganalisa potensi kesalahan/kegagalan. Pada tahap ini dilakukan survei penilaian risiko bertujuan untuk mengetahui risiko yang potensial atau tingkat risiko yang paling kritis dengan memperhatikan risiko yang memiliki probabilitas kejadian yang tinggi dan memiliki konsekuensi atau dampak negatif yang besar serta kesempatan untuk memperbaiki dengan mendeteksi modus kegagalan sebelum terjadi dampak yang merugikan. Nilai RPN didapatkan berdasarkan *severity*, *occurance*, dan *detection* dari tiap kejadian yang diperoleh dari kuisioner dengan pihak berkaitan dengan kualitas pada pembangunan kapal baru.

***Severity* (S)**

Severity merupakan suatu perkiraan subyektif atau estimasi tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut.

Tabel 3. Skala *Severity*

Rating	Akibat/*Effect*
1	Pengaruh buruk yang diabaikan, kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk, *owner* mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.

Rating	Akibat/*Effect*
2 3	*Mad severity* (pengaruh buruk yang ringan). Akibat ditimbulkan hanya bersifat ringan. *Owner* mengetahui penurunan kualitas. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pembangunan berlanjut.
4 5 6	*Moderate severity* (pengaruh buruk yang moderat). *Owner* akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
7 8	*High severity* (pengaruh buruk yang tinggi). *Owner* akan merasakan akibat penurunan kualitas yang tidak akan diterima karena diluar batas toleran.
9 10	*Potential severity problems* (masalah keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan pengaruh terhadap penurunan kualitas. Bertentangan dengan regulasi.

(Sumber: Gaspersz 2002) dalam skripsi yang dikutip dari (Endraswara, 2017)

***Occurance* (O)**

Occurance adalah suatu perkiraan tentang probabilitas atau peluang bahwa penyebab akan terjadi dan menghasilkan modus kegagalan yang menyebabkan akibat tertentu.

Tabel 4. Skala *Occurance*

Degree	**Berdasarkan pada Frekuensi kejadian**	***Rating***
Remote	0,01 Per 1000 item	1
Low	0,1 per item	2
	0,5 per item	3
Moderate	1 per 1000 item	4
	2 per 1000 item	5
	5 per 1000 item	6
High	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
Very high	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

(Sumber: Gaspersz 2002) dalam skripsi yang dikutip dari (Endraswara, 2017)

***Detection* (D)**

Detection merupakan perkiraan subyektif tentang bagaimana efektifitas dan metode pencegahan atau pendeteksian.

Tabel 5. Skala *Detection*

Rating	**Kriteria**	**Frekuensi Kejadian**
1	Metode pencegahan sangat efektif	0,01 Per 1000 item
2 3	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah	0,1 per item 0,5 per item
4 5 6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat	1 per 1000 item 2 per 1000 item 5 per 1000 item
7 8	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi, metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang	10 per 1000 item 20 per 1000 item
9 10	Kemungkinan penyebab sangat tinggi, metode pencegahan tidak efektif, selalu berulang-ulang	50 per 1000 item 100 per 1000 item

(Sumber: Gaspersz 2002) dalam skripsi yang dikutip dari (Endraswara, 2017)

***Risk Periority Number* (RPN)**

Nilai RPN bertujuan untuk mengetahui risiko kritis untuk mendapatkan nilai tertinggi, dimana hasil nilai RPN tersebut adalah hasil dari perkalian *Severity* (S) x *Occurrence* (O) x *Detection* (D), yang mana nilai S, O, D di peroleh dari hasil kuisioner yang diisi oleh pihak terkait dalam proses pembangunan kapal baru. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Perhitungan FMEA

No.	Jenis Pekerjaan	Uraian pekerjaan	Potensi Kegagalan	S	O	D	RPN
1.	*Fitting on assembly shop*	Peletakan pengaturan dan penyesuaian posisi konstruksi.	Kesalahan pemasangan (*Misfitting*)	8,3	4,3	3,6	128,4
			Belum terpasang (*Missing*)	8	4,5	3	108
			Ketidaklurusan (*Missallignment*)	6,2	4,9	5,3	161
			Gap joint plate	5,4	5,8	4,9	153,4
			Deformation structure	5,1	5	5,4	137,7
			Defect cutting	4,2	4,7	4,9	96,7
2.	*Welding on assembly shop*	Penggabungan/pengelasan bagian-bagian konstruksi yang telah melalui proses *Fitting*	Panjang kaki las (*Leg length*)	5	5,1	4,8	122,4
			Las putar (*Round Weld*)	5,4	6,2	5	167,4
			Belum dilas (*Welding Omitted*)	8,1	4,6	4,6	171
			Retak (*Crack*)	7,6	4,7	4,9	175
			Bentuk hasil las (*Bead Appearce*)	5	5	4,7	117,5
3.	*Fitting on Erection shop*	Peletakan pengaturan dan penyesuaian posisi antar blok-blok dari tahap *Assemby*	Kesalahan pemasangan (*Misfitting*)	7,3	4,7	4	137,2
			Belum terpasang (*Missing*)	7,7	4,8	4,5	166,3
			Ketidaklurusan (*Missallignment*)	6,5	5,8	5,3	199,8
			Gap joint plate	5,7	5,7	5,4	175,4
			Deformation structure	5,8	5,6	5,7	185
			Defect cutting	5,6	5,4	4,9	148
4.	*Welding on Erection shop*	Penggabungan/penyatuan (pengelasan) antar blok-blok dari tahap *Assemby*	Panjang kaki las (*Leg length*)	5,6	4,4	4	98,5
			Las putar (*Round Weld*)	6,2	5	4,8	149
			Belum dilas (*Welding Omitted*)	6,9	4,9	4,8	162,2
			Repair defect ex.stopper	4,9	4,8	4,8	112,8
			Bentuk hasil las (*Bead Appearce*)	5,5	4,7	5	129,2

Mitigasi Risiko

Setelah didapatkannya nilai RPN yang tertinggi dari setiap uraian pekerjaan pada pembangunan kapal baru, maka langkah terakhir adalah melakukan proses mitigasi dari setiap potensi kegagalan yang terdapat pada uraian pekerjaan dengan tingkat nilai risiko tertinggi. Adapun proses mitigasi pada pembangunan kapal baru adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Mitigasi Risiko

No.	Jenis Pekerjaan	Uraian pekerjaan	Potensi Kegagalan	RPN	Mitigasi
1.	*Fitting on assembly shop*	Peletakan pengaturan dan penyesuaian posisi konstruksi.	Ketidaklurusan (*Missallignment*)	161	Dilakukan tindakan *Fitt Up* sebelum proses *welding* dan *Check Accuracy* seperti kerataan *block* di *level* menggunakan alat *theodolite* untuk memastikan kelurusan dan kerataaan sebelum dilakukan *full assembly*.
2.	*Welding on assembly shop*	Penggabungan/pengelasan bagian-bagian konstruksi yang telah melalui proses *Fitting*	Retak (*Crack*)	175	Cek permukaan material seperti kebersihan, cek *gap* pengelasan,cek gas yang akan digunakan pada saat *welding*
3.	*Fitting on Erection shop*	Peletakan pengaturan dan penyesuaian posisi antar blok-blok dari tahap *Assemby*	Ketidaklurusan (*Missallignment*)	199,8	Dilakukan tindakan *Fitt Up* sebelum proses *welding* dan *Check Accuracy* seperti kerataan *block* di *level* menggunakan alat *theodolite* untuk memastikan kelurusan dan kerataaan ketika hendak *joint block* .
4.	*Welding on Erection shop*	Penggabungan/ penyatuan(pengelasan) antar blok-blok dari tahap *Assemby*	Las putar (*Round Weld*)	149	Memahami WPS, dan *skill* tukang las.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan, bahwa identifikasi risiko pada pekerjaaan *Fitting on assembly shop* dan *Fitting on Erection shop* saat peletakan, pengaturan dan penyesuaian posisi antar blok-blok dari tahap *Assembly* mempunyai potensi kegagalan yang sama yaitu : kesalahan pemasangan (*Misfitting*), belum terpasang (*Missing*), ketidaklurusan (*Missallignment*), *gap joint plate, deformation structure, defect cutting.* Sedangkan pada pekerjaan *Welding on assembly shop* dan *Welding on Erection shop* pada saat penggabungan/penyatuan (pengelasan) antar blok-blok dari tahap *Assembly* mempunyai potensi kegagalan yang sama yaitu : Panjang kaki las (*Leg length*), las putar (*Round Weld*), belum dilas (*Welding Omitted*), retak (*Crack*), bentuk hasil las (*Bead Appearce*); hasil peringkat resiko menggunakan metode FMEA pada *Sub Assembly/Assembly Shop* saat *Fitting On Sub Assembly/Assembly Shop* potensi kegagalan tertinggi yaitu ketidaklurusan (*Missallignment*)

dengan nilai RPN 161. Dan saat *Welding On Sub Assembly/Assembly Shop* potensi kegagalan tertinggi yaitu Retak (*Crack*) dengan nilai RPN 175. Sedangkan pada *Erection Shop* saat *Fitting On Erection Shop* potensi kegagalan tertinggi yaitu ketidaklurusan (*Missallignment*) dengan nilai RPN 199,8. Dan saat *Welding On Erection Shop* potensi kegagalan tertinggi yaitu las putar (*Round Weld*) dengan nilai RPN 149 dan mitigasi risiko pada proses *Fitting* baik di bengkel *Assembly* maupun *Erection* seharusnya dilakukan tindakan *Fitt Up* dan *Check Accurary* seperti kerataan *block* di *level* menggunakan alat *theodolite* untuk memastikan kelurusan dan kerataaan sebelum dilakukan *full assembly* dan ketika hendak *joint block* . Tindakan ini dilakukan oleh *Group Leader* (GL), Supervisi, dan *Accurary Control* bahkan biasanya perlu koordinasi dengan *Quality Control* (QC) pada beberapa pekerjaan tertentu. Sedangkan pada proses *Welding* baik di bengkel *Assembly* mauupun *Erection* seharusnya dilakukan persiapan sebelum pengelasan yang meliputi cek permukaan material, cek *gap* pengelasan,cek gas yang akan digunakan, memahami WPS, dan *skill* tukang las.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini dengan segala rahmat Allah SWT, penulis ingin menyampaikan terima kasih sedalam–dalamnya kepada PT. PAL Indonesia (Persero) yang telah banyak sekali memberi masukan dan data yang diperlukan dalam mengerjakan skripsi ini

DAFTAR PUSTAKA

[1] Basuki, M dan Widjaja, S. 2008. “Studi Pengembangan Model Manajemen Risiko Usaha Bangunan Baru Pada Industri Galangan Kapal”, Seminar Nasional Teknologi Kelautan, Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan, ITATS, Surabaya.
[2] Aris Munandar, 2016 “Quality Management Proses Pembangunan Kapal Baru”.
[3] Sari, E. 2016. “ Analisis Resiko Proyek Pada Pekerjaan Jembatan Sidamukti – Kadu Di Majalengka Dengan Metode Fmea Dan Decision Tree”, *Jurnal J-Ensitec*, Vol. 03, No. 01.
[4] Iswanto, A., Rambe, A.J.M. dan Ginting, E. 2013. “ Aplikasi Metode *Taguchi Analysis* Dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) Untuk Perbaikan Kualitas Produk Di PT. XYZ”, *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, Vol. 02, No. 02.
[5] Soejitno. 1996. “Teknik Produksi Kapal”, TP. 1534. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan-ITS, Surabaya.
[6] Nanda, L., Hartanti, L.P.S. dan Runtuk, J.K. 2014. “Analisis Risiko Kualitas Produk Dalam Proses Produksi Miniatur Bis Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis Pada Usaha Kecil Menengah Niki Kayoe”, *jurnal gema aktualita*, Vol. 3, No. 2.