

VOL.7 NO. 2 NOVEMBER 2017

ISSN 2088-6225
E-ISSN 2580-2798

Jurnal

INOVTEK POLBENG



Diterbitkan Oleh :
PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

INOVTEK POLBENG	VOL.7	NO. 2	HALAMAN 77-240	BENGKALIS NOVEMBER 2017	ISSN 2088-6225 E-ISSN 2580-2798
--------------------	-------	-------	-------------------	-------------------------------	------------------------------------

JURNAL INOVTEK POLBENG

Pelindung :

Direktur Politeknik Negeri Bengkalis

Pengarah :

Wakil Direktur I Politeknik Negeri Bengkalis

PenanggungJawab :

Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Bengkalis

DewanRedaksi :

Redaktur :

Budhi Santoso

Penyunting/Editor :

Jamal

Ibnu Hajar

Muhamis

Hendra Saputra

SirkulasidanAdministrasi :

Siti Rika Wulandari

MitraBestari

Dr. Eng. Ir. Ahmad Fauzan Zakki, M.T.

Dr. Ing. Ikhwan Syah Isranuri

Putera Agung Maha Agung, S.T., M.T., Ph.D

Heri Suryoatmojo, S.T., M.T., Ph.D

AlamatRedaksi : Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Negeri Bengkalis, Gedung Utama, Lantai 2, Jalan Bathinalam, Sungai Alam.

Penerbitan JURNAL INOVTEK diterbitkan dua kali dalam setahun pada bulan Juni dan November. Jurnal Inovteknisebagaimerupakan kumpulan jurnal yang berbasis inovasi teknologisesuaidengan permasalahan yang ada. Redaksi menerbitkan kontribusi tulisan yang datang dari berbagai pihak terutama dari dosen/peneliti di perguruan tinggi untuk mengisijurnal ilmiah ini. Panjang naskah antara 8-20 halaman kertas A4 diketik dengan jenis font Times New Roman 12 spasi dengan margin kiri 3 cm, margin atas 3 cm, serta margin kanan dan bawah masing-masing 2 cm. Naskah dikirim ke Redaksi JURNAL INOVTEK : **Jurnal Inovasi Teknologi**, dengan alamat yang tercantum di atas. Redaksi berhak menyingkat atau memperbaiki tulisan yang akan dimuat dan pamengubahmaksud dan isinya.

JURNAL INOVTEK POLBENG

DAFTAR ISI

PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KONDISI POMPA BERBASIS LOGIKA FUZZY DI PT. PETROKIMIA GRESIK

Anindita Adikaputri Vincaya, Ellisa Kusuma Dewi Hal 77-83

KAJIAN EKSPERIMENTAL EMISI GAS BUANG *TWO STROKE MARINE DIESEL ENGINE* BERBAHAN BAKAR CAMPURAN MINYAK SOLAR (HSD) DAN BIODIESEL MINYAK JELANTAH PADA BEBAN SIMULATOR *FULL LOAD*

Raden Dimas Endro Witjonarko, Edi Haryono Hal 84-97

ASPEK KENYAMANAN TERMAL RUANG BELAJAR GEDUNG SEKOLAH MENENGAH UMUM DI WILAYAH KEC.MANDAU

Gunawan, Faisal Ananda Hal 98-103

PENGARUH PENAMBAHAN FIN PADA LAMBUNG KAPAL IKAN TRADISIONAL

Budhi Santoso, Romadhoni, Mikhsan Hal 104-110

PENERAPAN METODE HYSTERESIS *SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION* PADA INVERTER TIGA FASA UNTUK PENGATURAN KECEPATAN DAN EFISIENSI MOTOR INDUKSI

Hendi Purnata, DKK Hal 111-118

STUDI KOMPARASI EKSPERIMENTAL EMISI GAS BUANG *LSCS PISTON CHAMBER* DAN *FLAT PISTON CHAMBER FOUR STROKE SMALL MARINE DIESEL ENGINE* PADA BEBAN KONSTAN 1000 WATT

Heroe Poernomo, Edi Haryono Hal 119-131

ANALISA UJI TUTUP (*PRESSURE BUILDUP TEST*) DENGAN MENGGUNAKAN SOLUSI PERSAMAAN DIFUSI ALIRAN SATU FASE

Hardiyanto Hal 132-138

**PENGONTROLAN FLUKS DAN TORSI PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA
MENGUNAKAN METODE *DIRECT TORQUE CONTROL* (DTC)
BERBASIS PI DAN *FUZZY LOGIC CONTROLLERS* (FLC)**

M. Nur Faizi, Marzuarman

Hal 139-145

**DESAIN TULANGAN LENTUR PELAT PADA STRUKTUR FLAT PLATE
BER-HOLLOW DUA ARAH DENGAN METODE LEBAR EFEKTIF**

NoermanAdiPrasetya, Ahmad Hernadi

Hal 146-152

**PENGEMBANGAN SISTEM *MONITORING AUTOMATIC
IDENTIFICATION SYSTEM* (AIS) BERBASIS WEBSITE SECERA *REAL
TIME***

Akh.Maulidi, TrikaPitana, Ketut Buda Artana, AAB Dinariyana DP

Hal 153-166

**ANALISIS POTENSI PASAR DAN PEMILIHAN LOKASI UNTUK
PERENCANAAN PEMBANGUNAN GALANGAN KAPAL DI KABUPATEN
BENGKALIS**

Afriantoni, Pardi

Hal 167-178

**ANALISA UNJUK KERJA MESIN DIESEL KAPAL DUA LANGKAH(TWO
STROKE MARINE DIESEL ENGINE)BERBAHAN BAKAR CAMPURAN
MINYAK SOLAR(HSD) DAN BIODIESEL MINYAK JELANTAH PADA
BEBAN SIMULATOR FULL LOAD**

Edi Haryono, Raden Dimas EndroWitjonarko

Hal 179-187

**SIMULASI NUMERIK TERBENTUKNYA REATTACHMENT LENGTH
TERHADAP PERUBAHAN TINGGI OBSTACLE PADA TEE DUCT**

M.Sajuli, IbnuHajar

Hal 188-193

**PENILAIAN RISIKO KESELAMATAN KERJA PADA INDUSTRI SHIP
RECYCLING DI INDONESIA**

SitiFariya

Hal 194-202

**PENETAPAN BENTUK KAPAL NELAYAN BERBAHAN DASAR PLASTIK
HIGH DENSITY POLYETHYLENE DIPERAIRAN SELAT MALAKA**

Jamal, EdyHaryanto

Hal 203-209

**ANALISA KEAUSAN KAMPAS REM NON ASBES TERBUATDARI
KOMPOSIT POLIMER SERBUK PADIDAN TEMPURUNG KELAPA**

Suhardiman, MukminSyaputra

Hal 210-214

**PEMBUATAN PRESSURE MONITORING UNTUK MENENTUKAN
INDICATED HORSE POWER (IHP) PADA MESIN DIESEL**

Sudiyono, Nuhammad Shah

Hal 215-224

**STUDI PAHAT KARBIDA BERLAPIS (TiAIN/TiN) PADA PEMBUBUTAN
KERING KECEPATAN POTONG TINGGI BAHAN PADUAN ALUMINIUM
6061**

Sunarto, Sri Mawarni Hal 225-233

**STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON YANG
MENGUNAKAN PASIR LAUT SEBAGAI AGREGAT HALUS DI
KABUPATEN FAKFAK PROVINSI PAPUA BARAT**

Imran, Muhammad Yurus Hal 234-240

Tentang Jurnal INOVTEK Polbeng

Jurnal Inovasi dan Teknologi Politeknik Negeri Bengkalis merupakan jurnal berbasis penelitian ilmiah. Jurnal ini diharapkan dapat sebagai tempat akademisi, peneliti, dan praktisi mempublikasikan hasil-hasil penelitian.

Jurnal INOVTEK Polbeng menerbitkan naskah berkaitan dengan Teknik Perkapalan (Konstruksi kapal, Sistem Kapal, Kelautan), Teknik Elektro (elektronika Industri dan Listrik industri), dan Teknik Mesin (Manufaktur, perawatan dan material), Teknik Sipil (Sipil umum).

Jurnal INOVTEK Polbeng terbit 2 kali dalam satu tahun. Secara berkala terbit setiap bulan Juni dan November, Tanggal penting dapat dilihat dibawah ini:

Paper dapat dikirim melalui website atau email: Inovtek@polbeng.ac.id

Tanggal penting

Edisi I

Batas akhir pengiriman : April

Konfirmasi hasil review : Mei

Terbit jurnal : Juni

Edisi II

Batas akhir pengiriman : September

Konfirmasi hasil review : Oktober

Terbit jurnal : November

PENILAIAN RISIKO KESELAMATAN KERJA PADA INDUSTRI *SHIP RECYCLING* DI INDONESIA

Siti Fariya¹

Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email: sitinaval@itats.ac.id

Abstrak

Kapal dengan umur lebih dari 25 tahun secara umum tidak dapat dioperasikan lagi karena adanya peraturan baru yang lebih ketat yang dikembangkan oleh regulator seperti *International Maritime Organization (IMO)*. Ketika umur kapal bertambah, maka kapal tersebut menjadi tidak efisien untuk dioperasikan. Cara paling efektif dan berwawasan lingkungan untuk kapal tersebut adalah dengan melakukan daur ulang/ *recycling*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menyusun dan menilai resiko yang ada pada industri *ship recycling* di Madura dengan cara mengidentifikasi risiko potensial, penyusunan matrik risiko serta model mitigasi risiko keselamatan kerja pada operasional galangan daur ulang kapal di Indonesia. Pada tahap ini dilakukan proses Safety Risk Assessment pada pekerjaan pemotongan kapal. Sampel data dilakukan di industri galangan daur ulang kapal yang berlokasi di Madura Jawa Timur. Analisis data dilakukan mulai pekerjaan pembersihan kapal sampai pekerjaan pemotongan kapal selesai. Risiko keselamatan kerja yang berpengaruh adalah resiko terkena sisa decoating dan debu decoating pada proses pengelupasan cat, resiko kebakaran yang terjadi pada saat membersihkan sisa-sisa minyak dan bahan bakar pada tanki. Resiko yang paling berpengaruh (potensial) adalah terpapar hazardous material pada saat melakukan pembersihan dan pemisahan material berbahaya, terkena percikan api dan tertimpa material pada saat melakukan pemotongan utama (*primary cutting*).

Kata Kunci - Risiko, *Ship Recycling*, Madura, FMEA

Abstract

Ships aged older than 25 years are generally unable to be operated any longer due to new more stringent regulations developed by regulators, such as International Maritime Organization (IMO). When ships get older they become less efficient to be used, therefore ship owner choose to decommission them. The most effective and environmental friendly solution for end-of-life ships is recycling. Ships aged older than 25 years are generally unable to be operated any longer due to new more stringent regulations developed by regulators, such as International Maritime Organization (IMO). When ships get older they become less efficient to be used, therefore ship owner choose to decommission them. The most effective and environmental friendly solution for end-of-life ships is recycling. The main objective of this study is to arrange and assess the risk for the ship recycling industry in Madura to identify potential risks, preparation of risk matrix and risk mitigation model for safety at ship recycling operations in Indonesia. Special purpose to be achieved is the implementation of the Safety Risk Assessment of work due to the operations of ship recycling industry. At this stage the process Safety Risk Assessment performed on the cutting operation. The sample data is taken at the largest ship recycling industry in Indonesia which located in Madura Island, East Java. Data analysis is tis start from the cleaning of ship till finishing work. An influential safety risk are risk exposed to the rest of the decoating and decoating dust on the peeling process of paint, the risk of fires that occur when cleaning the remains of oil and fuel in the tank. The most influential risk is exposed at the time of the hazardous materials at separation materials process, sparks and overwritten material at the time of the main cuts (*primary cutting*).

Keywords - Risk, Ship Recycling, Madura, FMEA

1. PENDAHULUAN

Kapal mempunyai masa operasi lebih kurang 25 - 30 tahun, biaya yang dikeluarkan untuk proses maintenance membuat kapal-kapal tua tersebut tidak ekonomis lagi dan digantikan oleh kapal baru sehingga proses bisnis tetap berlangsung serta mengurangi resiko kerusakan dan kecelakaan [1]. Salah satu cara untuk membuat kapal bekas mempunyai nilai ekonomis adalah dengan melakukan proses *recycling* atau daur ulang dengan mengambil dan mengolah kembali material kapal bekas tersebut [2] hal tersebut penting dilakukan untuk mendukung

sustainable development pada industri kelautan [3]. Kapal dibangun dari berbagai jenis material dan 90% nya adalah baja. Sisanya terbuat dari komponen lainnya yang di dalamnya terdapat bahan yang berbahaya bagi lingkungan. Limbah dari aktifitas pembongkaran kapal bekas (*ship dismantling*) dan daur ulang kapal bekas (*ship recycling*) kini menjadi perhatian dunia. Limbah bahan beracun dan berbahaya (B3) itu, bisa berasal dari berbagai elemen badan kapal, antara lain dari cat yang dipakai, bahan anti karat, dan sebagainya. Bisa pula dari sisa bahan bakar atau muatan kapal, serta dari bahan-bahan

yang dipergunakan dalam pekerjaan itu sendiri.

International Maritime Organization (IMO), sebagai salah satu organisasi yang menaungi industri maritim dunia di bawah Perserikatan Bangsa - Bangsa (PBB), telah membuat IMO Guidelines On Ship Recycling yang dikeluarkan pada tahun 2009 melalui Hong Kong International Convention untuk memastikan bahwa kapal yang sedang didaur ulang setelah mencapai akhir hidup operasional mereka, tidak menimbulkan risiko yang tidak diinginkan pada keselamatan dan kesehatan manusia atau lingkungan hidup. Tiap bagian dari ship recycling guidelines ini menyanggupi untuk memberikan efek penuh dan lengkap untuk mencegah, mengurangi, meminimalkan dan sejauh dapat dilaksanakan, mengurangi kecelakaan, luka, dan lain - lain yang merugikan kesehatan manusia maupun lingkungan yang disebabkan oleh ship recycling [2]

Adanya ketentuan tersebut maka diperlukan sebuah galangan khusus ship recycling yang ada di Indonesia yang memenuhi ketentuan-ketentuan secara internasional maupun nasional. Mengingat potensi pasar ship recycling di Indonesia. Di Indonesia telah terdapat beberapa industri penutuhan kapal namun belum mengutamakan keselamatan pekerja dan lingkungan, sehingga pada penelitian ini penulis akan membahas tentang risiko-risiko yang ada keselamatan kerja yang ada pada proses pemotongan kapal dan menguraikan mitigasinya

2. METODE

2.1 Green Ship Recycling

Green Ship Recycling adalah Proses pengambilan material sisa kapal untuk diolah menjadi material yang dapat digunakan kembali, dengan memperhatikan keselamatan, kesehatan pekerja dan lingkungan sekitarnya maka Termasuk didalamnya *mooring*, *beaching*, *dismantling*, *recovery of material* dan *reprocessing* [3]. Sementara pengertian

dari Ship Recycling Yard adalah tempat/fasilitas daur ulang kapal yang mendapat izin dari pihak yang berwenang dimana galangan itu berada (IMO, *Ship recycling Guideline*, 2003).

Proses daur ulang kapal (*ship recycling*) dapat dilaksanakan dengan mengandaskan (*beaching*) atau menyandarkan (*mooring*) kapal dengan tetap memperhatikan keselamatan dan kesehatan orang yang terlibat didalamnya dan dampak terhadap lingkungan sekitar.

2.2 Komposisi Penyusun Kapal

Komposisi kapal dapat diketahui dengan melakukan pendekatan breakdown yang sederhana sebagai fungsi material serta memungkinkan kuantitas dari aliran limbah material yang akan dilakukan.

Area pada ruang muat, direpresentasikan struktur baja dengan *volume density* rendah dan pada umumnya ada konstruksi sederhana dari pipa dan besi untuk tangga dan penutup palka. Selain itu ada sejumlah kecil kabel, instrumen dan beberapa peralatan untuk menjaga muatan.

Area pada ruang *machinery*, direpresentasikan dengan struktur baja dengan kepadatan yang lebih besar termasuk didalamnya mesin induk, generator, mesin bantu dan perpipaan. Selain itu ada kabel elektrik, kabel elektronik dan panel - panel, insulasi dan outfit steel pada area tertentu. Dibandingkan dengan ruang cargo atau tanki, keberagaman material lebih banyak di ruang *machinery*.

Area pada ruang akomodasi, juga memiliki struktur kepadatan yang besar namun pada umumnya dari struktur baja yang lebih ringan dan dilengkapi furnitur, sanitasi yang tidak jauh beda dengan hotel. Selain itu terdapat juga peralatan elektrik dan elektronik, kontrol navigasi dan alat komunikasi. Pada area ini selain memiliki kepadatan tinggi dan jaringan instalasi pipa, kabel yang rumit dan ventilasi udara juga memiliki insulasi ruang yang nyaman.

2.3 Komposisi Penyusun Kapal

Komposisi kapal dapat diketahui dengan melakukan pendekatan breakdown yang sederhana sebagai fungsi material serta memungkinkan kuantitas dari aliran limbah material yang akan dilakukan. Area pada ruang muat, direpresentasikan struktur baja dengan *volume density* rendah dan pada umumnya ada konstruksi sederhana dari pipa dan besi untuk tangga dan penutup palka. Selain itu ada sejumlah kecil kabel, instrumen dan beberapa peralatan untuk menjaga muatan. Area pada ruang *machinery*, direpresentasikan dengan struktur baja dengan kepadatan yang lebih besar termasuk didalamnya mesin induk, generator, mesin bantu dan perpipaan. Selain itu ada kabel elektrik, kabel elektronik dan panel-panel, insulasi dan outfit steel pada area tertentu. Dibandingkan dengan ruang cargo atau tanki, keberagaman material lebih banyak di ruang *machinery*. Area pada ruang akomodasi, juga memiliki struktur kepadatan yang besar namun pada umumnya dari struktur baja yang lebih ringan dan dilengkapi furnitur, sanitasi yang tidak jauh beda dengan hotel. Selain itu terdapat juga peralatan elektrik dan elektronik, kontrol navigasi dan alat komunikasi.

2.4 Material Berbahaya di Kapal

Hazardous material adalah material yang dapat menyebabkan penurunan/melukai kesehatan manusia ataupun lingkungan sekitar. Banyak jenis material berbahaya di kapal, berdasarkan IMO *Guidelines on Ship recycling material* berbahaya tersebut harus diinventory. (Appendix 1, 2 dan 3 IMO Guidelines). Beberapa jenis material berbahaya dan pengaruhnya terhadap lingkungan dan manusia adalah :

- *Metal and fuel oil*
- *Bilge and Ballast water*
- *Paint and coating*
- *Asbestos and PCB*

Empat kondisi Existing Industri Ship recycling di Indonesia. Keberadaan industri pemotongan kapal belum cukup dikenal di Indonesia. Sehingga menyebabkan kurangnya perhatian yang diberikan oleh pemerintah guna perkembangannya. Kegiatan pada proses *Ship recycling* dapat dilakukan seperti pada gambar berikut [4] :



Gambar 1 Alur proses *ship recycling*
(Sumber : Fariya, Siti. 2016)

2.5 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Failure mode and effects analysis (FMEA) atau Mode Kegagalan Dan Analisis Efek adalah metodologi untuk menganalisis potensi masalah keadaan atau peristiwa yang tidak diinginkan di awal siklus pengembangan yang lebih mudah untuk mengambil tindakan untuk mengatasi masalah, dengan demikian kehandalan melalui desain FMEA diimplementasikan untuk mengidentifikasi bentuk-bentuk potensi kegagalan, menentukan dampaknya terhadap produksi dan mengidentifikasi tindakan untuk mengurangi kegagalan [5]. Mode Kegagalan Dan Efek Analisis sebagai alat perencanaan pada pengembangan proses, produk atau

layanan. Langkah-langkah dalam pembuatan FMEA adalah sebagai berikut :

- a. Mereview proses.
- b. Brainstrom resiko potensial.
- c. Membuat daftar resiko, penyebab, dan efek potensial.
- d. Menentukan tingkat severity, yaitu suatu penilaian tingkat keparahan dari keseriusan effect yang ditimbulkan dari mode kegagalan, menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi output proses, maupun proses-proses selanjutnya.
- e. Menentukan tingkat detection, yaitu pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

2.6 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan untuk memperkuat permasalahan tersebut dalam menganalisisnya, antara lain :

1. Penerapan sistim manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Pengertian galangan untuk tempat pemotongan kapal.
3. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap berlangsungnya proses pemotongan kapal.

2.7 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan penguasaan masalah yang berpotensi terjadinya kecelakaan kerja, kemudian diuraikan menjadi langkah-langkah kerja. Identifikasi masalah bertujuan untuk menentukan masalah yang ada sehingga selanjutnya menjadi pembahasan untuk dicari penilaiannya sehingga dapat diambil langkah-langkah selanjutnya.

2.8 Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang diperlukan maka dilakukan pengambilan data

tentang proses kerja yang ada di industri pemotongan kapal madura meliputi :

- a. Kondisi umum industri
- b. Progres pekerjaan pemotongan kapal
- c. Fasilitas pokok dan fasilitas penunjang galangan yang dilakukan dengan wawancara, pengamatan langsung, dokumentasi, analisis data, kuisioner.

2.9 Analisis dan Pembahasan

Dari apa yang di dapat dalam bentuk data tersebut kemudian di analisa menggunakan metode Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) dan dibantu menggunakan Risk Analysis atau Analis Risiko untuk memudahkan proses identifikasinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Risiko Keselamatan Kerja pada kegiatan *Ship Recycling*

Penilaian risiko keselamatan kerja adalah proses menilai faktor keselamatan kerja akibat pemanfaatan sumber daya alam dalam proses produksi dan konsumsi yang dilakukan oleh manusia. Termasuk dalam konteks penilaian ini adalah proses produksi yang dilakukan pada galangan daur ulang kapal. Kegiatan tersebut berdampak pada lingkungan, baik pada lingkungan udara (air pollution), lingkungan air (water pollution) dan lingkungan tanah (soil pollution) serta berefek pada manusia dan ekologi disekitarnya.

Dalam industri Ship Recycling, hasil akhir utama dari proses produksi adalah besi tua. Besi tua yang dihasilkan kemudian akan dijual pada supplier (penyedia bahan baku) bagi industri penghasil baja. Sebelum dilakukan pemotongan, kapal harus memenuhi persyaratan administrasi dengan melengkapi beberapa dokumen antara lain ; Akta Jual Beli, berkas ini berfungsi untuk memastikan bahwa kapal tidak terkait kasus sengketa

tertentu. Akta Gross Tonnage (GT). Akta Penghapusan Pendaftaran Kapal, berkas ini dapat diperoleh dari Kantor Pelabuhan Setempat, tempat kapal didaftarkan. Adanya berkas ini menunjukkan bahwa kapal yang hendak dilakukan penutuhan berstatus tidak aktif operasi lagi. Tahap selanjutnya adalah tahap pembersihan kapal dari bahan yang mudah terbakar untuk disingkirkan. Bahan – bahan yang dimaksud antara lain : Kertas, Tali – Temali Kapal dan Bahan Bakar Minyak dan material berbahaya. Hal ini dimaksudkan untuk upaya pencegahan guna mengurangi potensi terjadinya kecelakaan kerja selama proses pemotongan kapal berlangsung. Selanjutnya adalah tahap decoating yaitu pengelupasan cat yang menempel pada kapal, dan dilakukan proses pemotongan bagian-bagian kapal.

Pada setiap kegiatan diatas terdapat risiko yang membahayakan keselamatan pekerja. Tahap identifikasi risiko dilakukan untuk mengetahui risiko-risiko yang harus dievaluasi, pada tahapan ini dilakukan indentifikasi risiko dengan menggunakan metode pengamatan langsung, maka risiko yang terdapat pada tiap-tiap kegiatan adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Risiko yang ada pada tiap kegiatan

Tahap Pre-cutting : Pemeriksaan Safe for entry		
Kegiatan	No	Sumber Bahaya
Masuk ke lokasi terbatas, tertutup, dan lainnya	1	Kehilangan kesadaran karena kekurangan oksigen
	2	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, masker)
	3	Jatuh, tersandung dan tergelincir
	4	Menghirup uap dan gas beracun
Tahap Pre-cutting : Pemeriksaan Safe for Hot Work		
Kegiatan	No	Sumber bahaya
Masuk ke lokasi yang terdapat sisa-sisa gas	5	Menghirup gas beracun
	6	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, masker)
	7	Jatuh, tersandung dan tergelincir
Tahap Pre-cutting : Mengeluarkan sisa minyak		
Kegiatan	No	Sumber bahaya
Masuk ke lokasi yang terdapat sisa minyak dan bahan	8	Kebakaran
	9	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, masker)

bakar, Membersihkan tanki	10	Jatuh, tersandung dan tergelincir
Tahap Pre-cutting : Mengeluarkan sisa HAZMAT		
Kegiatan	No	Sumber Bahaya
Masuk ke lokasi yang terdapat sisa HAZMAT	11	Terpapar HAZMAT
	12	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, masker)
	13	Jatuh, tersandung dan tergelincir
Tahap Primary Cutting : Metal Cutting		
Kegiatan	No	Sumber Bahaya
Pemotongan Utama	14	Arus listrik pada pemotongan
	15	Polusi suara terkait grinding, memalu logam
	16	Percikan api saat melakukan pemotongan
	17	Menghirup asap dari cutting machine
	18	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, masker, sarung tangan, kacamata, penutup telinga)
	19	Material panas (pada saat pemotongan)
	20	Tertimpa material
	21	Jatuh, tersandung dan tergelincir
Tahap Primary cutting : Decoating		
Kegiatan	No	Sumber bahaya
Penghapusan cat	22	Terkena sisa decoating
	23	Menghirup sisa decoating
	24	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, masker, sarung tangan, kacamata, penutup telinga)
	25	Polusi suara
Tahap Primary cutting : Pemindahan material Baja		
Kegiatan	No	Sumber bahaya
Pengangkatan secara manual	26	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, masker, sarung tangan)
	27	Beban overload
Pengangkatan menggunakan crane	28	Faktor cuaca
	29	Kelalaian operator crane
Tahap Secondary Cutting : Metal cutting		
Kegiatan	No	Sumber Bahaya
Pemotongan lanjut ke ukuran yang dibutuhkan buyer	30	Arus pada pemotongan
	31	Polusi suara terkait grinding, memalu, logam
	32	Percikan api saat melakukan pemotongan

Indeks Akibat	Rating Akibat/ Konsekuensi	Tingkat Keterangan
33	Menghirup asap dari cutting machine	
34	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, masker, sarung tangan, kacamata)	
35	Material panas (pada saat pemotongan)	
Tahap Secondary cutting : Pемindahan material baja		
1	Tidak Berat Insignificant	/Waktu terbang < 10 hr
2	Agak Berat Minor	/Waktu terbang 10 s/d 20 hr
3	Berat/ Moderate	Waktu terbang 20 s/d 50 hr
4	Sangat Berat/ Major	Waktu terbang 50 s/d 100 hr
5	Malapetaka/ Catastrophic	Waktu terbang > 100 hr

Kegiatan	No	Sumber bahaya
Pengangkatan secara manual	36	Tidak memakai APD (Safety shoes, helm, sarung tangan)
	37	Beban overload

Tabel 3 Tabel Kriteria Kemungkinan

Indeks	Rating	Frekuensi	Probabilitas
1	Jarang terjadi / Rare	Peristiwa / kejadian yang mungkin terjadi minimal 1 kali dalam 33 hari	1%
2	Kemungkinan kecil terjadi / Unlikely	Peristiwa / kejadian yang mungkin terjadi minimal 1 kali dalam 22 hari	1%-4%
3	Mungkin terjadi / possible	Peristiwa / kejadian yang mungkin terjadi minimal 1 kali dalam 11 hari	5%-10%
4	Kemungkinan besar terjadi / Likely	Peristiwa / kejadian yang mungkin terjadi minimal 1 kali dalam 2,2 hari	10%-15%
5	Sering terjadi / Almost Certain	Peristiwa / kejadian yang mungkin terjadi minimal 1 kali dalam 1,65 hari	16%

Tabel 2 Kriteria Konsekuensi / Akibat

Berdasarkan data diatas, kemudian dilakukan analisis risiko yaitu suatu akibat dari kejadian yang biasanya diekspresikan sebagai kerugian dari kejadian atau suatu risiko, sehingga konsekuensi dihitung dari besar kerugian waktu dalam suatu periode waktu dari suatu kejadian tersebut. Dari data-data kejadian, nilai-nilai yang diperoleh/ didapat untuk penelitian ini mengambil data dari hasil pekerjaan recycling kapal dengan metode pengamatan langsung dan pengambilan data yang berlangsung selama 1 bulan untuk 1 kapal. Pada proses perhitungan konsekuensi harus menentukan tipe akibat yang harus dikaji, tabel berikut ini menunjukkan kriteria perhitungan konsekuensi / akibat.

Setelah itu dilakukan assement kemungkinan yaitu akumulasi dari semua kejadian-kejadian dari setiap sumber risiko sehingga didapatkan nilai probabilitas sumber risiko. Tabel berikut ini menunjukkan assessment kemungkinan dari suatu peristiwa risiko.

3.2 Peringkat Risiko Keselamatan Kerja pada kegiatan *Ship Recycling*

Berdasarkan tabel likelihood / kemungkinan dan consequences / akibat (AS/NS 4360:2004) diatas dan perhitungan nilai akibat resiko dihasilkan dari: Nilai kejadian perhari x1/Sumber risiko setiap 1 proses pekerjaan x1 (Jumlah kapal) x1/5 (Jumlah seluruh proses tahapan pekerjaan) x16 (Jumlah hari kerja setiap tahapan pekerjaan x1, maka didapatkan 5 risiko dengan nilai tertinggi antara lain :

- a. Risiko terpapar *hazardous material* pada saat melakukan pembersihan dan pemisahan material berbahaya. Sebelum dilakukan pemotongan, kapal perlu dibersihkan dari beberapa material berbahaya seperti asbestos yang ada pada dinding sekat, material *PCB* dan lainnya. Frekuensi kejadian tergantung dari jenis dan ukuran kapal yang dipotong. Rata-rata frekuensi kejadian adalah 6 kejadian dalam satu bulan. Dampak yang ditimbulkan tergolong berat, karena proses ini dilakukan tanpa ada pelindung dan tidak ada storage khusus untuk menyimpan material-material tersebut untuk mendapatkan penanganan lanjutan.
- b. Risiko terkena percikan api pada saat melakukan pemotongan utama (*primary cutting*). Pemotongan bagian-bagian kapal dilakukan secara manual dengan menggunakan *cutting machine*. Alat yang digunakan untuk memotong bagian-bagian kapal sama dengan peralatan las *oxy acetylene*. Perbedaannya hanya pada konstruksi brandernya. Pemotongan dengan sistem ini cocok digunakan pada material logam yang berukuran tebal, tetapi dapat menimbulkan percikan api pada saat *primary cutting* terutama jika proses pembersihan sisa-sisa minyak dan gas tidak dilakukan secara sempurna. Frekuensi kejadian tergantung dari jumlah dan ukuran bagian kapal yang dipotong. Rata-rata frekuensi kejadian adalah 5 kejadian dalam satu bulan. Dampak yang ditimbulkan tergolong berat, karena proses ini dilakukan pada tempat yang terbuka dengan alat pelindung yang tidak sesuai dengan standart
- c. Risiko tertimpa material pada saat melakukan pemotongan utama (*primary cutting*). *Primary cutting* merupakan pemotongan utama yang dilakukan di awal proses pengerjaan. Pemotongan badan kapal menjadi beberapa bagian/ block besar, dan ditarik/ dipindahkan menggunakan crane, sehingga pekerja mempunyai risiko tertimpa material jika tidak dilakukan secara benar. Frekuensi kejadian tergantung dari jumlah dan ukuran bagian kapal yang dipotong. Rata-rata frekuensi kejadian adalah 5 kejadian dalam satu bulan. Dampak yang ditimbulkan tergolong berat, karena proses ini dilakukan pada tempat yang terbuka dengan alat pelindung yang tidak sesuai dengan standart
- d. Risiko terkena sisa *decoating* pada proses pengelupasan cat. Proses *Decoating* bertujuan untuk mengelupas cat dan kerak yang menempel pada badan kapal sehingga pada saat dilakukan pemotongan tidak menimbulkan bahaya kebakaran. Proses ini menggunakan *sand blasting* dimana sisa-sisa *decoating* berupa pasir dan logam berisiko mengenai pekerja. Frekuensi kejadian tergantung dari banyak pelat dan profil yang diblasting, luas permukaan yang diblasting. Rata-rata frekuensi kejadian adalah 4 kejadian dalam satu bulan. Dampak yang ditimbulkan tergolong agak berat, karena proses ini dilakukan kebanyakan pada tempat yang terbuka, sehingga sisa *decoating* langsung tertiuap angin, tetapi pekerja menggunakan masker.
- e. Risiko terkena debu *decoating* pada proses pengelupasan cat. Frekuensi kejadian tergantung dari banyak pelat dan profil yang diblasting, luas permukaan yang diblasting. Rata-rata frekuensi kejadian adalah 4 kejadian dalam satu bulan. Dampak yang ditimbulkan tergolong agak berat, karena proses ini dilakukan kebanyakan pada tempat yang terbuka, sehingga debu

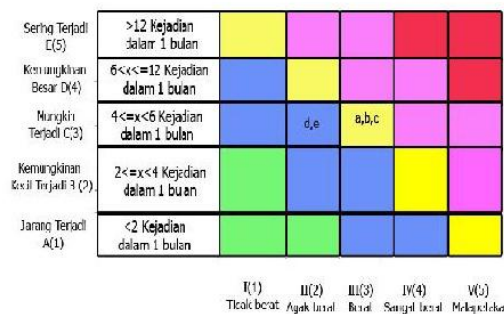
langsung tertiuip angin, tetapi pekerja dilengkapi dengan masker.

Tingkat exposure risiko dari suatu risiko yang telah teridentifikasi atau dikenali sebelumnya dengan menggunakan formula : Indeks Risiko = Indeks Kemungkinan (K) + Indeks Akibat (Konsekuensi) (A) maka akan memperoleh hasilnya yang dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4 Peringkat Risiko Tertinggi

Sumber bahaya	Indeks Kemungkinan	Indeks Risiko	Rating Risiko	Nilai
Terpapar HAZMAT	6	3	9	Sangat Tinggi
Percikan api saat melakukan pemotongan	5	3	8	Tinggi
Tertimpa material	5	3	8	Tinggi
Terkena sisa <i>decoating</i>	4	2	6	Moderat
Menghirup debu <i>decoating</i>	4	2	6	Moderat

Dari tabel indeks risiko diatas maka diperoleh sebuah Matrik korelasi antara Matrik Risiko dengan Nilai Risiko tersebut yang ditunjukkan pada gambar matrik risiko. Matrik risiko yang digunakan berukuran 5x5 dengan sumbu mendatar (*axis*) adalah dampak, sumbu *vertical (ordinat)* adalah probabilitas kejadian. Matrik risiko untuk pekerjaan pemotongan kapal dapat dilihat pada gambar 2. Huruf-huruf tersebut merupakan urutan risiko teridentifikasi seperti disampaikan dalam paragraph diatas.



Gambar 2 level resiko

Keterangan gambar :

- Level risiko sangat tinggi (E) dengan indeks 9 – 10
- Level risiko tinggi (T) dengan indeks 7 – 8
- Level risiko sangat menengah (M) dengan indeks 6
- Level risiko rendah (R) dengan indeks 4 – 5
- Level risiko rendah (R) dengan indeks 2- 3

4. KESIMPULAN

Pada pekerjaan *ship recycling*, kegiatan yang paling banyak berkontribusi terhadap keselamatan kerja adalah risiko terpapar *hazardous material*, risiko terkena percikan api, dan risiko tertimpa material. Probabilitas terbesar kejadian gangguan keselamatan kerja pada pekerjaan *ship recycling* adalah risiko terpapar *hazardous material*. Dampak terhadap keselamatan yang masuk kategori berat adalah terpapar *hazardous material*, terkena percikan api, dan tertimpa material pada saat *primary cutting*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesainya penelitian ini sebagai penulis saya mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini terutama Jurusan Teknik Perkapalan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya yang telah memberikan dukungan baik materiil dan non materiil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Makbul, Amir. (2010), Studi tekno ekonomi pengembangan ship recycling yard di Indonesia, Program Magister Bidang keahlian teknik produksi dan material kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] White, I., Molloy, F., (2011). Ships and the marine environment. In: Maritime Cyprus
- [3] Sundelin, O., (2008). The Scrapping of Vessels – An Examination of the Waste Movement Regime’s Applicability to Vessels Destined for Scrapping and Potential Improvements Made in the IMO Draft Convention on Ship Recycling. Unpublished Master of Thesis. University of Gothenburg.
- [4] Draft Guidelines for safe and environmentally sound ship recycling (2013). Part 1, submitted by Japan.
- [5] Guidelines on Ship Recycling. (2013). Adopted by Resolution RESOLUTION A.962-23, IMO.
- [6] Fariya, Siti. (2016), Analisis Teknik Ekonomis Pengembangan *Ship Recycling Yard di Indonesia*, Program Magister Bidang keahlian teknik produksi dan material kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [7] Basuki, Minto. (2016). Penilaian Risiko Lingkungan pada Pekerjaan Bangunan Baru di Perusahaan Galangan Kapal Subklaster Surabaya. Proseding Seminar Nasional Pascasarjana STTAL.

Kampus Politeknik Negeri Bengkalis
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam-Bengkalis-Riau-
Indonesia
Kode Pos : 28711
Telp. (+62766) 7008877 dan (+62766) 24566
Fax (+62766) 24577



