ANALISIS KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA PROSES PEMASANGAN INSTALASI MESIN UTAMA DENGAN METODE *HAZARD OPERABILITY (HAZOP)*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Bidang Ilmu Teknik Sistem Perkapalan

SITI ANISA FITRI
D091171006

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

"ANALISIS KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA PROSES PEMASANGAN INSTALASI MESIN UTAMA DENGAN METODE *HAZARD OPERABILITY (HAZOP)*"

Disusun dan diajukan oleh

SITI ANISA FITRI

D091171006

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 25 Januari 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Surya Hariyanto. S.T., M.T.	**Haryanti Rivai, S.T.,M.T.,Ph.D.**
NIP.19710702 200012 1 001	**NIP.19790225 200212 2 001**

Ketua Departemen,

Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng.

NIP.19810211 200501 1 003

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi	:	ANALISIS KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA PROSES PEMASANGAN INSTALASI MESIN UTAMA DENGAN METODE *HAZARD OPERABILITY (HAZOP*
Nama Mahasiswa	:	Siti Anisa Fitri
Stambuk	:	D091171006

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh Panitia Ujian Sarjana Program Strata Satu (S1) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Januari 2022.

Panitia Ujian Sarjana

Ketua	: Surya Hariyanto, S.T., M.T.	.....
Sekretaris	: Haryanti Rivai, S.T.,M.T.,Ph.D.	.....
Anggota	: M. Rusydi Alwi, S.T., M.T.	.....
Anggota	: Ir. Zulkifli, M.T.	.....

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Siti Anisa Fitri

NIM : D091171006

Departemen : Teknik Sistem Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul :

"Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Proses Pemasangan Instalasi Mesin Utama dengan Metode *Hazard Operability (HazOp)*"

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain, skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Gowa, 25 Januari 2022

Yang Menyatakan

Siti Anisa Fitri

ABSTRAK

Industri kapal sebagai salah satu perusahaan yang mempunyai kewajiban untuk menerapkan Sistem Management K3 (SMK3) dan melakukan risk assessment terhadap setiap tahap pekerjaannya. Oleh karena itu, penulis mengangkat judul **"Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Proses Pemasangan Instalasi Mesin Utama dengan Metode *Hazard Operability (HazOp)*".**

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui: (1) Sumber bahaya pada proses pemasangan instalasi mesin utama,(2) risiko dari sumber bahaya pada proses pemasangan instalasi mesin utama, dan (3) tingkat risiko dari proses pemasangan instalasi mesin utama. Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, menggunakan metode *Hazard Operability (HAZOP)*. Identifikasi bahaya dengan metode ini dilakukan berdasarkan praktik yang dilakukan pekerja di Industri kapal dalam hal ini pada proses pemasangan instalasi mesin utama. Pengumpulan data melalui wawancara dan kuesioner. Penelitian dilaksanakan di industri kapal yang ada di Makassar. Adapun hasil penelitian yang diperoleh adalah sumber bahaya yang teridentifikasi pada proses pemasangan instalasi mesin utama sejumlah 55 dengan tingkat risiko tinggi 14, risiko sedang 24, dan risiko rendah 17. Sumber bahaya dengan risiko tinggi paling banyak didapatkan pada saat proses pengangkatan peralatan *(equipment lifting)* maka dari itu perlu perencanaan dan pengawasan dengan pembuatan *lifting plan* agar risiko terjadinya kecelakaan kerja dapat direduksi.

Kata kunci: *sumber bahaya, penilaian risiko, HazOp, K3,instalasi mesin utama.*

ABSTRACT

The ship industry as one of the companies that has the obligation to implement the OHS Management System and conduct a risk assessment of each stage of its work. Therefore, the author raised the title **"Analysis of Occupational Health and Safety in the Installation Process of the Main Machine Installation with the Hazard Operability (HazOp) Method".**

The purpose of this study was to determine: (1) the source of danger in the installation process of the main engine installation, (2) the risk of the source of danger in the process of installing the main engine installation, and (3) the level of risk from the process of installing the main engine installation. This type of research is a descriptive study, using the Hazard Operability (HAZOP) method. Hazard identification with this method is carried out based on the practice of workers in the shipping industry in this case in the process of installing the main engine installation. Data collection through interviews and questionnaires. The research was carried out in the shipping industry in Makassar. The results of the research obtained are the sources of hazards identified in the installation process of the main engine as many as 55 with a high-risk level of 14, medium risk 24, and low risk 17. Hazard sources with high risk are mostly obtained during the equipment lifting process. Therefore it is necessary to plan and supervise by making a lifting plan so that the risk of work accidents can be reduced.

Keywords : *hazard source, risk assessment, HazOp, K3, main engine installation.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat-Nya dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Proses Pemasangan Instalasi Mesin Utama dengan Metode *Hazard Operability (Hazop)* " dengan baik. Shalawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada Nabiullah Muhammad SAW. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas atas bantuan dan dukungan banyak pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga terkhusus Muh.Yunus dan Faridah selaku orang tua penulis yang menjadi pendukung dan motivasi terbesar bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Serta saudara(i) penulis yakni Muh. Elis Setiawan, Siti Anita, dan Siti Aswidia Yanti saudara penulis yang senantiasa menyemangati penulis.
2. Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, ST.,M.Inf.Tech.,M.Eng. selaku selaku ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
3. Surya Hariyanto, ST.,MT. dan Haryanti Rivai,ST.,MT.,Ph.D selaku dosen pembimbing yang senang tiasa meluangkan waktu, tempat dan materil untuk selalu memberikan saran, motivasi dan masukan kepada penulis.
4. Andi Husni Sitepu,ST.,MT selaku ketua Laboraturium Permesinan Kapal.
5. Rusydi Alwi,ST.,MT dan Zulkifli, ST., MT. selaku dosen penguji.
6. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan.
7. Pak Rahman selaku Staf Administrasi Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah mempermudah segala pengurusan administrasi penulis.
8. Girls N3 serta BPH Squad yang selalu siap mendengar keluh kesah penulis.

9. Teman-teman seperjuangan PERIZCOPE serta MI17SHIP yang telah banyak memberikan dukungan moril.
10. Senior, teman dan adik-adik Hipermawa Kop.Universitas Hassanuddin dan Kom.Gilireng.
11. Teman-teman di UKM KOMTEK FT-UH.
12. Teman-teman KKN Gowa 4 angkatan 105.

Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Gowa, 25 Januari 2022

Siti Anisa Fitri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**

LEMBAR PERSETUJUAN ..... **iii**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..... **iv**

ABSTRAK ..... **v**

ABSTRACT ..... **vi**

KATA PENGANTAR ..... **vii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR TABEL ..... **xii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**

BAB I **1**

PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Batasan Masalah 4

1.4 Tujuan Penelitian 5

1.5 Manfaat Penelitian 5

1.6 Sistematika Penulisan 5

BAB II **7**

TINJAUAN PUSTAKA **7**

2.1 Kesehatan Dan Keselamatan Kerja 7

2.1.1 Defenisi Kesehatan dan Keselamatan Kerja 7

2.1.2 Tujuan Kesehatan dan Keselamatan Kerja 8

2.2 Hazard 9

2.2.1 Pengertian *Hazard* 9

2.2.2 Jenis-jenis Hazard 9
2.3 Risiko 11
2.3.1 Pengertian risiko 11
2.3.2 Jenis-Jenis Risiko 11
2.4 Hazard Operability (HAZOP) 12
2.4.1 Defenisi Hazard Operability 12
2.4.2 Jenis Hazard Operability (HAZOP) 14
2.4.3 Identifikasi Hazard dengan metode HazOP Worksheet 14
2.5 Penilaian Risiko (Risk Assesment) 15
2.6 Pengendalian Risiko 17
2.7 Instalasi Mesin Utama Kapal 18
2.7.1 Tahap Pemasangan Instalasi Mesin 18
2.7.2 Komponen Instalasi Mesin Utama Kapal 22
BAB III 24
METODOLOGI PENELITIAN 24
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian 24
3.1.1 Tempat Penelitian 24
3.1.2 Waktu Pengambilan Data Penelitian 24
3.2 Metode Penelitian 24
3.2.1 Studi Literatur 24
3.2.2 Pengumpulan Data 24
3.2.3 Pengolahan Data 25
3.2.4 Analisis dan Pembahasan 26
3.3 Kerangka Alur Penelitian 27
BAB IV 28
HASIL DAN PEMBAHASAN 28

4.1 Hasil Penelitian 28
4.1.1 Deskripsi Data Penelitian 28
4.1.2 Deskripsi Data Responden 28
4.1.3 Proses Pemasangan Instalasi Mesin Utama Kapal 31
4.2 Pembahasan 33
4.2.1 Sumber Bahaya*(Hazard)* dan Risiko bahaya 34
4.2.2 Penilaian risiko bahaya 44
4.2.3 Tingkat Risiko Pada Proses Pemasangan Instalasi Mesin Utama 56
4.2.4 Pengendalian Risiko Bahaya 60
BAB V 65
KESIMPULAN DAN SARAN 65
5.1 Kesimpulan 65
5.2 Saran 66
DAFTAR PUSTAKA 67
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Likelihood

Tabel 2.2 Consequences

Tabel 2.3 Matriks risiko

Tabel 2.4 Keterangan nilai risiko

Tabel 4.1 Data responden

Tabel 4.2 Identifikasi sumber bahaya pada *equipment lifting*

Tabel 4.3 Identifikasi sumber bahaya pada

Tabel 4.4 Identifikasi sumber bahaya pada

Tabel 4.5 Identifikasi sumber bahaya pada

Tabel 4.6 Identifikasi sumber bahaya pada

Tabel 4.7 Identifikasi sumber bahaya pada

Tabel 4.8 Analisis sumber bahaya pada proses *equipment lifting*

Tabel 4.9 Analisis sumber bahaya pada proses

Tabel 4.10 Analisis sumber bahaya pada proses

Tabel 4.11 Analisis sumber bahaya pada proses

Tabel 4.12 Analisis sumber bahaya pada proses

Tabel 4.13 Analisis sumber bahaya pada proses

Tabel 4.14 Tabel tingkat risiko pada semua kajian pekerjaaan

Tabel 4.15 Matriks Risiko pada Semua Kajian Pekerjaan

Tabel 4.16 Upaya pengendalian sumber bahaya yang ditemukan pada proses pemasangan instalasi mesin utama

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengangkatan mesin

Gambar 2.2 Offset

Gambar 2.3 Angularitas

Gambar 2.4 Peralatan

Gambar 4.1 Bagan faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja

Gambar 4.2 Diagram pi sumber bahaya pada *equipment lifting*

Gambar 4.3 Diagram pi sumber bahaya pada proses *Equipment Positioning on the Foundation*

Gambar 4.4 Diagram pi sumber bahaya pada proses *shafting arrangement*

Gambar 4.5 Diagram pi sumber bahaya pada proses equipment shaft alignment

Gambar 4.6 Diagram pi sumber bahaya pada *installation of pipeline*

Gambar 4.7 Diagram pi sumber bahaya pada proses komisioning

Gambar 4.8 Diagram pi persentase tingkatan risiko semua kajian pekerjaan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Panduan wawancara

Lampiran 2 Kuesioner penelitian

Lampiran 3 Rekapitulasi data

Lampiran 4 Surat pengambilan data

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan dan keselamatan kerja adalah suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmaniah maupun rohaniah tenaga kerja pada khususnya, dan manusia pada umumnya, hasil karya dan budaya untuk menuju masyarakat adil dan makmur. Pengendalian risiko terhadap unsur manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan di bidang konstruksi ini diharapkan dapat memperkecil risiko sehingga menekan angka kejadian kecelakaan kerja (Mangkunegara (2002, p.163)).

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan aspek penting dalam mengendalikan semua risiko yang ada didalam operasional perusahaan (Patradhiani, 2013). Begitu juga dengan Suma'mur (1994) menyatakan bahwa pengendalian sumber bahaya dapat mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK) sehingga dalam berbagai sistem K3 harus menempatkan aspek manajemen risiko dalam landasan utama penerapan K3 di lingkungan industri (Wicaksono & Singgih, 2011). Sama halnya dengan Ramli (2010) mengemukakan bahwa kegiatan dalam pelaksanaan proses produksi pada suatu industri dapat menyebabkan potensi risiko kecelakaan kerja. Hal ini terbukti dengan adanya jumlah kecelakaan kerja di Indonesia Merujuk pada data BPJS Ketenagakerjaan tahun 2019 terdapat 114.000 kasus kecelakaan kerja, tahun 2020 terjadi peningkatan pada rentang Januari hingga Oktober 2020 BPJS Ketenagakerjaan mencatat terdapat 177.000 kasus kecelakaan kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan aspek penting dalam mengendalikan semua risiko yang ada didalam operasional perusahaan sehingga Penerapan (K3) ditempat kerja dapat meminimalkan risiko kecelakaan kerja pada setiap kegiatan proses produksi. Kecelakaan yang terjadi di lingkungan kerja sebagian besar 88% disebabkan karena perilaku yang tidak aman (unsafe action), 10% kondisi lingkungan kerja yang tidak aman (unsafe condition) dan 2% tidak

diketahui penyebabnya. Oleh karena itu manajemen perusahaan harus melakukan analisis terhadap manajemen risiko yang diharapkan dapat mengurangi dan melindungi bahkan menghilangkan risiko kecelakaan kerja (zero Accident) pada tenaga kerjadengan melakukan pencegahan pada timbulnya kecelakaan kerja selama melakukan kegiatan proses .

Industri kapal merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak dalam pekerjaan baik dalam merancang, membangun dan maintenance kapal. Sebagai salah satu perusahaan yang mempunyai kewajiban untuk menerapkan Sistem Management K3 (SMK3) dan melakukan risk assessment terhadap setiap tahap pekerjaannya. Pada pekerjaan di industri kapal terdapat berbagai macam penyebab terjadinya kecelakaan, tercatat pada 2 tahun terakhir ini telah terjadi kecelakaan lebih dari 20 kali, mulai kecelakaan ringan sampai yang berat.

Dalam proses pembangunan kapal hal penting yang harus perhatian adalah proses pemasangan instalasi mesin mengangkat dan memasang ke pondasi, pemasangan shaft, alignment, pemasangan pipa, dan komisioning. Proses yang salah dapat mengakibatkan kerusakan material/produk serta dapat menyebabkan kecelakaan yang dapat merenggut nyawa. Karena instalasi mesin di kapal merupakan hal yang sangat penting dalam operasi kapal untuk itu perlu adanya perencanaan dan pengawasan yang cukup untuk mengurangi baik risiko bahaya kerusakan peralatan dan produk, juga risiko bahaya kesehatan dan keselamatan kerja selama proses berlangsung.

Karena tingginya risiko bahaya pada proses pemasangan instalasi mesin utama, Maka terlebih dahulu dilakukan identifikasi bahaya dalam proses tersebut dengan menggunakan analisa *Hazard and Operatibility Study (HazOp)*.

Untuk menciptakan kondisi kerja yang aman dan mencegah terjadinya kecelakaan, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi risiko dan menganalisis risiko yang ada pada proses pekerjaan tersebut. Oleh karena itu, penulis mengangkat judul **"Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Proses Pemasangan Instalasi Mesin Utama dengan Metode *Hazard Operability (HazOp)*".**

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Bayu Nugroho Pujiono, Ishardita Pambudi Tama, serta Remba Yanuar Efranto dengan judul "Analisis Potensi Bahaya Serta Rekomendasi Perbaikan Dengan Metode Hazard And Operability Study (HazOp) Melalui Perangkingan OHS Risk Assessment And Control". Penelitian ini dilakukan di Area PM-1 PT. Ekamas Fortuna dengan hasil penelitian yaitu menemukan 43 potensi bahaya (hazard) dan kemudian digolongkan menjadi 15 sumber hazard. Berdasarkan penilaian level resiko, terdapat 3 sumber hazard yang digolongkan "Ekstrim", 4 sumber hazard yang digolongkan "Resiko Tinggi", 6 sumber hazard yang tergolong "Resiko Sedang", dan 2 sumber hazard yang tergolong "Resiko Rendah". Penelitian ini menghasilkan rekomendasi perbaikan berupa pembuatan Standar Operating Procedure (SOP), jadwal pelatihan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), jadwal pelaksanaan safety talk, worksheet penggunaan APD, lembar kontrol penggunaan APD, check rail, dan checklist lantai plat.

Penelitian yang dilakukan oleh Abdul Khamid dengan judul "Analisa Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Kecelakaan Kerja Serta Lingkungan dengan Menggunakan Metode Hazard and Operability Study (Hazop) pada Proses Scrapping Kapal Di Bangkalan Madura" dengan hasil penelitian yaitu risiko terekstrim diperoleh oleh pembersihan sisa bahan bakar/oli dengan menggunakan sabun dengan nilai 19,32. Tindakan pencegahan meliputi memperhatikan faktor-faktor keselamatan pada waktu perencanaan, pembangunan sistem keamanan, sistem keselamatan bagi pekerja ataupun lingkungan, hingga pengawasan atau pengecekan setiap pekerjaan, menyelidiki kerusakan yang terjadi pada kecelakaan dan memelihara kalender kejadian.

Penelitian yang dilakukan oleh Widi Agus Setiono dengan judul "Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode Hazard and Operability (Hazop) Di Bengkel dan Laboratorium Teknik Instalasi Tenaga Listrik Smk N 2 Wonosari" hasil penelitian menemukan : (1) Sumber bahaya yang ada di bengkel dan laboratorium TITL ada 79. (2) Resiko dari sumber bahaya yang ada di bengkel dan laboratorium TITL antara lain: tersengat tegangan listrik, terjatuh dari pijakan, gangguan pernafasan, terjatuh tersandung instalasi di lantai, terjatuh

tersangkut lubang grounding, terkena penyakit kencing tikus, tersandung dari barang yang tidak pada tempatnya, tergores pipa kabel, tergores kotak kontak rusak, tertusuk kabel, tertusuk obeng, tergores gergaji, iritasi mata, dan kepala terbentur peralatan tangan. (3) Berdasarkan penilaian level resiko terdapat 2 sumber bahaya tergolong "Ekstrim", 1 sumber bahaya tergolong "Tinggi", 1 sumber bahaya tergolong "Sedang", dan 4 sumber bahaya tergolong "Rendah" di bengkel PLC; 9 sumber bahaya tergolong "Tinggi", 28 sumber bahaya tergolong "Sedang", dan 14 sumber bahaya tergolong "Rendah" di bengkel IPL; 1 sumber bahaya tergolong "Ekstrim", 2 sumber bahaya tergolong "Tinggi", 2 sumber bahaya tergolong "Sedang", dan 9 sumber bahaya tergolong "Rendah" di bengkel IML; 4 sumber bahaya tergolong "Sedang", dan 2 sumber bahaya tergolong "Rendah" di Laboratorium Dasar Listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat dikemukakan pada studi ini adalah

1. Apa sumber bahaya yang ada pada proses pemasangan instalasi mesin utama ?
2. Apa risiko dari sumber bahaya pada proses pemasangan instalasi mesin utama ?
3. Bagaimana tingkatan risiko dari setiap sumber bahaya pada proses pemasangan instalasi mesin utama ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini diperlukan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Analisa tentang potensi sumber bahaya yang mungkin terjadi, banyaknya perilaku bahaya yang masih ditemukan, serta penanggulangan risiko yang belum maksimal pada proses pemasangan instalasi mesin utama dengan menggunakan metode *Hazard Operability* (HazOp)

2. Data bersumber dari kuisioner yang disebar di industri kapal yang ada di Makassar.
3. Difokuskan pada proses pemasangan instalasi mesin utama dan komponen pendukung mesin utama.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui sumber bahaya pada proses pemasangan instalasi mesin utama menggunakan metode *hazard operability* pada proses pemasangan instalasi mesin utama.
2. Untuk mengetahui risiko bahaya pada proses pemasangan instalasi mesin utama menggunakan metode *hazard operability* pada proses pemasangan instalasi mesin utama.
3. Untuk mengetahui tingkatan risiko pada proses pemasangan instalasi mesin utama menggunakan metode *hazard operability* pada proses pemasangan instalasi mesin utama.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian tugas akhir ini adalah untuk dijadikan pertimbangan kesehatan dan keselamatan kerja pada proses pemasangan mesin utama. Serta harapannya dapat menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan masalah ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penelitian "Analisis Kesehatan dan Keselamatan kerja Pada Pemasangan Instalasi Mesin Utama dengan Metode *Hazard Operability (HazOp)*", rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan pada penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori dari berbagai literatur yang menunjang pembahasan dan digunakan sebagai dasar pemikiran dari penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, perancangan alat penelitian serta bagan penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan penyajian data-data yang telah diperoleh, proses pengolahan data serta hasil pengolahan data.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan isi penelitian menyajikan secara singkat kesimpulan dan saran atas permasalahan yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Adapun hasil dari penelitian ini akan dijelaskan pada kesimpulan sedangkan beberapa masukan akan kekurangan dari penelitian ini akan dijelaskan pada saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kesehatan Dan Keselamatan Kerja

2.1.1 Defenisi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan keselamatan kerja memiliki beberapa definisi dari beberapa ahli yang mempelajari bidang tersebut. Menurut Tasliman (1993:1), Kesehatan dan Keselamatan kerja menyangkut semua unsur yang terkait di dalam aktifitas kerja. Menyangkut subyek yaitu orang yang melakukan pekerjaan, obyek yaitu benda-benda atau barang-barang yang dikerjakan, alat-alat kerja yang dipergunakan dalam bekerja berupa mesin-mesin dan peralatan lainya, serta menyangkut lingkungan baik manusia maupun benda-benda atau barang.

Berdasarkan OHSAS 18001 (2007), kesehatan dan keselamatan kerja merupakan kondisi-kondisi dan faktor-faktor yang berdampak atau dapat berdampak, pada kesehatan dan keselamatan karyawan atau pekerja lain (termasuk pekerja kontrak dan personil kontraktor, atau orang lain di tempat kerja).

Kasmir dalam Marwansyah (2016:266) berpendapat bahwa Kesehatan Kerja adalah "Upaya untuk menjaga agar karyawan tetap sehat selama bekerja. Artinya jangan sampai kondisi lingkungan kerja akan membuat karyawan tidak sehat atau sakit." Pendapat lain serupa juga muncul dari Leon C. Megginson dalam Hamali(2018:164)" Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3) yang mencakup istilah risiko keselamatan dan risiko kesehatan. Keselamatan kerja menunjukan kondisi yang aman atau selamat dari penderitaan, atau kerugian ditempat kerja." Sementara itu ahli lain juga berpendapat serupa yakni, menurut Zainal (2015:137) memberikan pendapatnya bahwa "Kesehatan dan Keselamatan Kerja ialah merujuk pada kondisi-kondisi fisiologis-fisikal dan psikologis tenaga kerja yang diakibatkan oleh lingkungan kerja yang disediakan oleh perusahaan jika sebuah perusahaan melaksanakan tindakan-tindakan Kesehatan dan Keselamatan kerja yang efektif maka lebih sedikit pekerja yang menderita cedera atau penyakit

jangka pendek maupun panjang sebagai akibat dari pekerjaan mereka di perusahaan tersebut."

Berdasarkan pendapat para ahli yang dipaparkan di atas, penulis menyimpulkan bahwa Kesehatan dan Keselamatan Kerja adalah suatu keadaan dimana seorang pekerja merasa aman saat berada di lokasi tempat bekerja, terbebas dari gangguan yang dapat menimbulkan efek jangka pendek maupun jangka panjang baik secara rohani maupun jasmani.

2.1.2 Tujuan Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang termasuk dalam suatu wadah hygiene perusahaan dan kesehatan kerja (hiperkes) terkadang terlupakan oleh para pengusaha. Padahal K3 mempunyai tujuan pokok dalam upaya memajukan dan mengembangkan proses indutrialisasi, terutama dalam mewujudkan kesejahteraan para buruh. Tujuan dari sistem manajemen K3 menurut Taryaman (2016:139) adalah:

1. Sebagai alat untuk mencapai derajat kesehatan tenaga kerja yang setinggi-tingginya, baik buruh, petani, nelayan, pegawai negeri, atau pekerja-pekerja lepas.
2. Sebagai upaya untuk mencegah kecelakaan dan memberantas penyakit dankecelakaan-kecelakaan akibat kerja, memelihara, dan meningkatan kesehatandan gizi para tenaga kerja, merawat dan meningkatkan efesiensi dan daya produktivitas tenaga manusia, memberantas kelelahan dan melipat gandakangairah serta kenikmatan manusia

Selanjutnya Mangkunegara dalam Sinambela (2017 : 386) berpendapat bahwa tujuan dari Kesehatan dan Keselamatan Kerja adalah sebagai berikut:

1. Agar setiap pegawai mendapat jaminan Keselamatan dan Kesehatan Kerja baiksecara fisik, sosial maupun psikologis.
2. Agar setiap perlengkapan dan peralatan kerja digunakan sebaik-baiknya dan seefektif mungkin.
3. Agar semua hasil produksi dipelihara keamannya.

4. Agar adanya jaminan atas pemeliharaan dan peningkatan kesehatan gizi pegawai.
5. Agar meningkatkan kegairahan, keserasian kerja dan partisipasi kerja.
6. Agar terhindar dari gangguan kesehatan yang disebabkan oleh lingkungan atau kondisi kerja.
7. Agar setiap pegawai merasa aman dan terlindungi dalam bekerja.

2.2 Hazard

2.2.1 Pengertian *Hazard*

Menurut John Ridley (2006:46), hazard atau bahaya adalah sesuatu yang berpotensi menyebabkan kerugian atau kelukaan. Menurut Ramli (2010:57), bahaya adalah segala sesuatu termasuk situasi atau tindakan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau cedera pada manusia, kerusakan atau gangguan lainya.

Berdasarkan OHSAS 18001 (2007), *hazard* atau bahaya merupakan sumber, situasi atau tindakan yang berpotensi menciderai manusia atau sakit penyakit atau kombinasi dari semuanya. Berdasarkan ILO (2009), potensi bahaya adalah suatu kejadian yang berbahaya dan peluang terjadinya kejadian tersebut. Berdasarkan pemaparan diatas dapat disimpulkan bahwa potensi bahaya atau *hazard* merupakan sumber potensi atau situasi yang dapat menimbulkan efek negatif dan merugikan yang dapat mengancam kesehatan dan keselamatan pekerja.

2.2.2 Jenis-jenis Hazard

Menurut Suma'mur (1981), dalam ruang atau ditempat kerja biasanya terdapat faktor-faktor yang menjadi sebab penyakit akibat kerja atau potensi bahaya, antara lain:

1. Golongan fisik, seperti :
    a. Suara, yang bisa menyebabkan pekak atau tuli.
    b. Radiasi sinar-sinar Ro atau sinar-sinar radioaktif, yang menyebabkan antara lain penyakit susunan darah dan kelainan -

kelainan kulit. Radiasi sinar inframerah bisa menyebabkan katarak pada lensa mata, sedangkan sinar ultraviolet menjadi sebab *conjuctivitis photoelectrica.*

c. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan *"heat stoke", "heat cramps"* atau *"hyperpyrexia",* sedangkan suhu-suhu yang rendah antara lain menimbulkan *"frostbite".*
d. Tekanan yang tinggi menyebabkan *"caisson disease".*
e. Penerangan lampu yang kurang baik misalnya menyebabkan kelainan pada indera penglihatan atau kesilauan yang memudahkan terjadinya kecelakaan.

2. Golongan kimia, seperti :
   a. Debu yang menyebabkan pneumoconioses, diantaranya: silicos, asbestosis dan lain-lain.
   b. Uap yang diantaranya menyebabkan *"metal fume fever",* dermatitis atau keracunan.
   c. Gas, misalnya keracunan oleh CO, H2S dan lain-lain.
   d. Larutan, yang misalnya menyebabkan dermatitis.
   e. Awan atau kabut, misalnya racun serangga *(insecticides),* racun dan lain-lain yang menimbulkan keracunan.
3. Golongan fisiologis, yang disebabkan oleh kesalahan-kesalahan konstruksi mesin, sikap badan kurang baik, salah cara melakukan pekerjaan dan lain- lain yang kesemuanya menimbulkan kelelahan fisik, bahkan lambat laun perubahan fisik pekerja.
4. Golongan mental-psikologi, hal ini terlihat misalnya pada hubungan kerja yang tidak baik, atau misalnya keadaan membosankan monoton.

Menurut Ramli (2010:65), jenis bahaya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1) Bahaya Mekanis

Bahaya mekanis bersumber dari peralatan mekanis atau benda bergerak dengan gaya mekanika baik yang digerakan secara manual maupun

dengan penggerak. Misalnya mesin gerinda, bubut, potong, press, tempa, pengaduk, dan lain-lain.

2) Bahaya Listrik

Bahaya listrik adalah sumber bahaya yang berasal dari energi listrik. Energi listrik dapat mengakibatkan berbagai bahaya seperti kebakaran,sengatan listrik, dan hubungan singkat. Lingkungan di sekitar tempat kerja banyak ditemukan bahaya listrik, baik dari jaringan listrik, maupun peralatan kerja atau yang menggunakan energi listrik.

3) Bahaya Fisis

Bahaya yang berasal dari faktor fisis yakni kebisingan, tekanan, getaran, suhu panas atau dingin, cahaya atau penerangan, dan radiasi dari bahan radioaktif.

4) Bahaya Biologi

Pada beberapa lingkungan kerja terdapat bahaya yang bersumber dari unsur biologis seperti flora dan fauna yang terdapat pada lingkungan kerja. Potensi bahaya ini ditemukan dalam industri makanan, farmasi, pertanian, dan kimia, pertambangan, minyak dan gas bumi.

2.3 Risiko

2.3.1 Pengertian risiko

Berdasarkan OHSAS 18001 (2007), resiko merupakan kombinasi dari kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya atau paparan dengan keparahan suatu cidera atau sakit penyakit yang dapat disebabkan oleh kejadian atau paparan tersebut. Menurut Sarinah (2016:39), resiko dapat diartikan sebagai kemungkinan terjadinya suatu dampak atau konsekuensi.

2.3.2 Jenis-Jenis Risiko

Menurut Charette (Rico, 2015:5), resiko dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1) Risiko yang sudah diketahui

Adalah risiko yang dapat diungkapkan setelah dilakukan evaluasi secara hati-hati terhadap rencana proyek, bisnis dan lingkungan teknik dimana proyek sedang dikembangkan, serta sumber informasi reliable laniya, seperti:

a) Tanggal penyampaian yang tidak realitsis

b) Kurangnya persyaratan-persyaratan yang terdokumentasi

c) Kurangnya ruang lingkup

d) Lingkungan pengembang yang buruk

2) Risiko yang diramalkan

Diekstrapolasi dari pengalaman proyek sebelumnya, misalnya:

a) Pergantian staf

b) Komunikasi yang buruk dengan para pelanggan

c) Mengurangi usaha staf bila permintaan pemeliharaan sedang berlangsung dilayani.

3) Risiko yang tidak diketahui

Risiko ini dapat benar-benar terjadi, tetapi sangat sulit untuk diidentifikasi sebelumnya.

2.4 Hazard Operability (HAZOP)

2.4.1 Defenisi Hazard Operability

The Hazard and Operability Study (HAZOP) adalah standar teknik analisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam suatu sistem baru atau modifikasi untuk suatu keberadaan potensi bahaya atau masalah *operability*nya (Ilham Harisandi 2008).

HazOp merupakan sebuah studi keselamatan yang sistematis, berdasarkan pendekatan sistemik kearah penilaian keselamatan dan proses pengoprasian pelaratan yang kompleks atau proses produksi (Restuputri, Prima, and Sari 2015).

Menurut Munawir (2010), *HazOp* berasal dari kata hazard yang berarti kondisi fisik yang berpotensi menyebabkan kerugian, kecelakaan, bagi manusia dan atau kerusakan alat, lingkungan atau bangunan; dan operability studies yang berarti beberapa bagian kondisi operasi yang sudah ada dan dirancang namun

kemungkinan dapat menyebabkan shutdown/ menimbulkan rentetan insiden yang merugikan perusahaan. Pemaparan tentang *HazOp* dari beberapa ahli diatas dapat disimpulkan bahwa *HazOp* merupakan suatu metode operasional untuk menanggulangi sumber bahaya yang dapat terjadi di tempat kerja, mulai dari analisis, dan identifikasi, serta upaya rekomendasi atau solusi untuk menghindari dan menanggulangi bahaya yang ada, dan juga untuk mengetahui serta mencegah kecelakaan yang mungkin terjadi dari kecelakaan yang tergolong ringan sampai kecelakaan yang berat dan menghilangkan hari kerja serta merugikan pihak pekerja dan perusahaan.

HazOp digunakan sebagai metode untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong kearah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan. *HazOp* secara sistematis mengidentifikasi setiap kemungkinan penyimpangan dari kondisi operasi yang telah ditetapkan dari suatu rancangan, mencari berbagai faktor penyebab yang memungkinkan timbulnya kondisi abnormal tersebut, dan menentukan konsekuensi yang merugikan sebab akibat terjadinya penyimpangan serta memberikan rekomendasi atau tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak dari potensi risiko yang telah berhasil diidentifikasi (Munawir, 2010).

Dalam penelitian Ilham Harisandi tahun 2018 pengertian *HAZOP* dibagi menjadi dua yaitu *Hazard* dan *Operability studies* adalah sebagai berikut :

1. *Hazard*

   Kondisi fisik yang berpotensi menyebabkan kerugian, kecelakaan, bagi manusia, dan atau kerusakan alat, lingkungan atau bangunan.

2. *Operability Studies*

   Kemampuan untuk menjaga peralatan atau instalasi secara keseluruhan dalam kondisi fungsi yang aman, sesuai dengan persyaratan operasional yang ditentukan sebelumnya

2.4.2 Jenis Hazard Operability (HAZOP)

Hazard and Operability terdefinisi menjadi beberapa jenis sebagai berikut:

a. Proses *HazOp* merupakan teknik *HazOp* yang dikembangkan untuk menilai peralatan dan mesin-mesin di pabrik sistem proses produksi.
b. Human *HazOp* merupakan teknik *HazOp* yang lebih fokus untuk menilai kesalahan manusia dari pada kegagalan teknik.
a. Prosedure HazOp merupakan teknik HazOp yang lebih digunakan untuk menilai ulang prosedur kerja atau rangkaian operasi dan kadang-kadang ditandai dengan safe operation study (SAFOPs) .
b. Software *HazOp* merupakan teknik *HazOp* yang digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan-kesalahan dalam pengembangan perangkat lunak.

HazOp digunakan untuk menjelaskan setiap bagian dari proses untuk mengetahui penyimpangan-penyimpangan dari setiap proses yang ada serta penyebab dan akibatnya. Sistem ini menggunakan teknik kualitatif untuk mengidentifikasi potensi bahaya dengan menggunakan *guide word*. Skematik ini diselesaikan dengan *guidewords* yang sesuai.

2.4.3 Identifikasi Hazard dengan metode HazOP Worksheet

Dalam menganalisis *HazOp* terdapat beberapa parameter yang menjadi standar dalam menentukan nilai dan tingkatan bahaya setiap komponen. Parameter yang digunakan diantaranya *likelyhood*, *consequence*, dan *risk matriks*. *Likelyhood* merupakan peluang risiko terjadinya bahaya pada komponen.

Untuk parameter *consequence* menunjukkan tingkat bahaya dampak yang diakibatkan karena adanya risiko penyimpangan dari keadaan yang diinginkan atau operasi yang diluar kendali.

2.5 Penilaian Risiko (Risk Assesment)

Penilaian risiko adalah proses untuk menentukan prioritas pengendalian terhadap tingkat risiko kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Risiko adalah suatu kemungkinan terjadinya kecelakaan dan kerugian pada periode waktu tertentu atau siklus operasi tertentu. Sedangkan tingkat risiko merupakan perkalian antara tingkat kekerapan dan keparahan (*severity*) dari suatu kejadian yang dapat menyebabkan kerugian, kecelakaan atau cedera dan sakit yang mungkin timbul dari pemaparan suatu hazard di tempat kerja (Ratri, Sabrina, and Widharto 2016).

Langkah penentuan standar nilai risiko adalah sebagai berikut:

a. Menentukan tingkat kemungkinan suatu kejadian (*likelyhood*) Penentuan nilai *Likelyhood* dapat menggunakan tabel 2.3.
b. Menentukan tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan (*severity*) Penentuan nilai *severity* dapat menggunakan tabel 2.4.

Tabel 2.1 *likelyhood*

Likelyhood			
Level	***Criteria***	***Description***	
		Kualitatif	**Kuantitatif**
1	Jarang terjadi	Dapat dipikirkan tetapi tidak hanya saat keadaan yang ekstrim	Kurang dari 1 kali per 10 tahun
2	Kemungkinan kecil	Belum terjadi tetapi bisa muncul/terjadi pada suatu waktu	Terjadi 1 kali per 10 tahun
3	Mungkin	Seharusnya terjadi dan mungkin telah terjadi/ muncul disini atau di tempat lain	1 kali per 5 tahun sampai 1 kali per tahun
4	Kemungkinan Besar	Dapat terjadi dengan mudah, mumgkin muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	Lebih dari 1 kali per tahun hingga 1 kali perbulan
5	Hampir pasti	Sering terjadi, diharapkan muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	Lebih dari 1 kali perbulan

Sumber : UNSW *Health and safety* (2018)

Tabel 2.2 *Consequences*

Level	Uraian	Deskripsi	
		Keparaan Cidera	**Hari Kerja**
1	Tidak Signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cidera pada manusia	Tidak menyebabkan kehilangan hari kerja
2	Kecil	Menimbulkan cidera ringan, kerugian kecil dan tidak menimbulkan dampak serius terhadap kelangsungan bisnis	Masih dapat bekerja pada hari/shift yang sama
3	Sedang	Cedera berat dan dirawat dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian finansial sedang	Kehilangan hari kerja dibawah 3 hari
4	Berat	Menimbulkan cidera parah dan cacat tetap dan kerugian finansial besar serta menimbulkan dampak serius terhadap kelangsungan usaha	Kehilangan hari kerja 3 hari atau lebih
5	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan usaha selamanya	Kehilangan hari kerja selamanya

Penentukan peringkat risiko digunakan tabel matriks risiko. Tabel matriks risiko beserta keterangannya dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5

Tabel 2.3 Matriks Risiko

SKALA		CONSEQUENCES (KEPARAHAN)				
		1	2	3	4	5
LIKELIHOOD (KEMUNGKINAN)	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

KETERANGAN:
1. : Ekstrim
2. : Risiko Tinggi
3. : Risiko Sedang
4. : Risiko Rendah

Sumber : UNSW *Health and safety* (2018)

Tabel 2.4 Keterangan Nilai Risiko

E-Risiko Ektrim	Kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah direduksi. Jika tidak memungkinkan untuk mereduksi risiko dengan sumberdaya yang terbatas, maka pekerjaan tidak dapat dilaksanakan
T-Risiko Tinggi	Kegiatan tidak boleh dilaksanakan sampai risiko telah direduksi. Perlu dipertimbangkan sumberdaya yang akan dialokasikan untuk mereduksi risiko. Apabila risiko terdapat dalam pelaksanaan pekerjaan yang masih berlangsung, maka tindakan harus segera dilakukan
S-Risiko Sedang	Perlu tindakan untuk mengurangi risiko, tetapi biaya pencegahan yang diperlukan harus diperhitungkan dengan teliti dan dibatasi. Pengukuran pengurangan risiko harus diterapkan dalam jangka waktu yang ditentukan
R-Risiko Rendah	Risiko dapat diterima. Pengendalian tambahan tidak diperlukan. Pemantauan diperlukan untuk memastikan bahwa pengendalian telah dipelihara dan diterapkan dengan baik dan benar

Sumber : UNSW *Health and safety* (2018)

Dari risk matriks di atas kemudian dapat dihitung skor risiko dan prioritas untuk melakukan tindakan perbaikan. Untuk menghitung skor risiko adalah sebagai berikut :

Skor risiko=*likelyhood* x *consequences*..... (2.1)

2.6 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko adalah bagian dari manajemen risiko. Dalam menentukan pengendalian risiko dilakukan pendekatan secara hirarkis sebagai berikut :

1. Eliminasi (Elimination), adalah proses yang dilakukan dengan menghilangkan bahaya jika memungkinkan dalam sistem proses atau di tempat kerja.
2. Subtitusi (Subtitution), adalah menggantikan material, alat, bahan atau metode yang dianggap mempunyai bahaya dalam proses yang ada dengan material, alat, bahan atau metode yang tingkat bahayanya lebih kecil.
3. Pengendalian rekayasa (Engineering Control), adalah melakukan desain ulang pada plan yang ada dan sekaligus mengganti/menambah. Memperbaiki peralatan atau sistem pada proses.

4. Pengendalian Administrasi (Administrative Control), adalah pengendalian yang dilakukan dengan mengubah sistem kerja pekerja seperti perubahan waku kerja atau membuat standard prosedur praktis untuk setiap pekerjaan.
5. Alat Pelindung Diri (Personal Protective Equipment), adalah penggunaan alat pelindung diri oleh pekerja untuk mengurangi paparan atau kontak langsung dengan sumber bahaya dalam proses.

2.7 Instalasi Mesin Utama Kapal

2.7.1 Tahap Pemasangan Instalasi Mesin

Tahap pemasangan instalasi mesin seperti yang tercantum di bawah ini:

1. Pengangkatan Peralatan*(Equipment Lifting)*

Gambar 2.1 Pengangkatan Mesin

Peralatan pengangkat untuk mesin di kapal yang meliputi crane, roda gigi pengangkat, balok penyebar, belenggu, dan mata bantalan harus memiliki kapasitas minimal 1,25 kali berat peralatan angkat. Poin-poin di bawah ini juga perlu diperhatikan:

a. Sebelum mengangkat melakukan penilaian risiko
b. Siapkan rencana pengangkatan dan pastikan rencana pengangkatan dikomunikasikan ke seluruh tim pengangkatan
c. Rencana pengangkatan harus menggambarkan pengaturan pengangkatan dan juga sketsa tata letak yang menunjukkan jalur

pengangkatan dari titik pengambilan ke titik pemasangan harus diproduksi

d. Jangan gunakan bagian mesin apa pun untuk mengangkat
e. Saat mengangkat peralatan berputar tanpa bantalan dorong, batasi gerakan aksial rotor melalui pengikatan

2. Peletakan Posisi Mesin pada Pondasi Mesin *(Equipment Positioning on the Foundation)*

Direkomendasikan untuk menempatkan mesin dan unit penggerak (contoh: motor) di atas fondasi yang sama.

a. Peralatan berputar (dengan daya lebih dari 150 KW) harus dianalisis secara dinamis. Peralatan harus diperiksa getarannya dan memastikan bahwa getarannya berada dalam batas. Dalam kasus resonansi, lepaskan peralatan dari pondasi dan ganti pondasi dengan pondasi bermassa lebih tinggi
b. Selama analisis dinamis, seseorang harus mempertimbangkan momen terbalik, gaya geser pada peralatan dan memastikan bahwa ada titik penahan yang memadai.

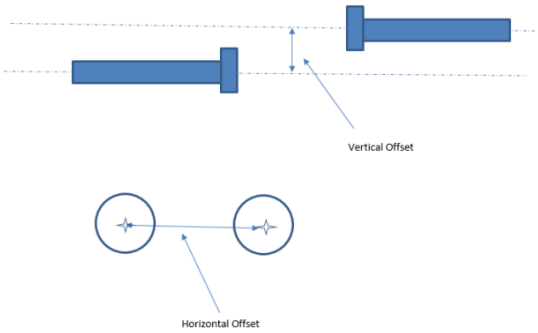
3. Shafting arrangement

Merupakan tahapan pemasangan shaft atau poros penghubung antara propeller dengan mesin utama kapal agar kapal dapat beroperasi.

4. Penyesuaian Poros*(Equipment Shaft Alignment)*

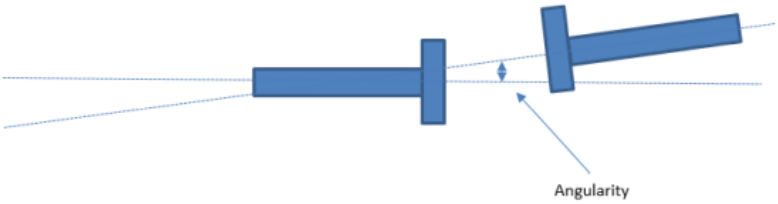
Hal-hal yang dilakukan antara lain:

a. Shaft alignment adalah proses dimana sumbu elemen pemancar daya dibuat bertabrakan
b. Pengukuran: Dalam keselarasan poros, dua pengukuran sangat penting: i) Offset ii) Angularitas
c. Offset: Offset didefinisikan sebagai jarak vertikal dan horizontal antara dua poros yang berputar



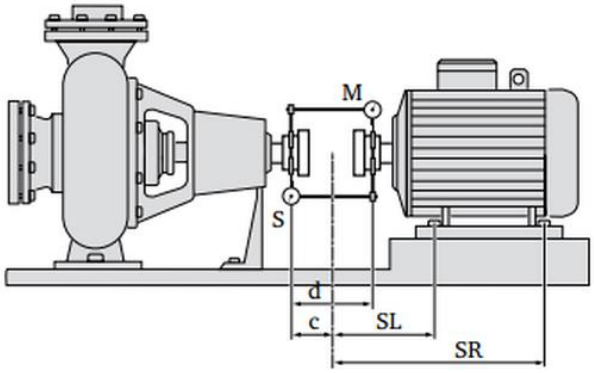
Gambar 2.2 Offset

d. Angularitas: Ini adalah sudut antara dua poros yang berputar. Biasanya diukur dalam istilah kemiringan.



Gambar 2.3 Angularitas

e. Soft Foot check: Soft foot diukur dengan melonggarkan baut pemasangan dan mengukur jarak antara peralatan dan pondasi. Ini dapat diukur dengan menggunakan pengukur feeler atau indikator dial. Kaki lunak harus diperbaiki menggunakan shim atau mesin pondasi
f. Metode indikator panggilan balik: Metode indikator panggilan balik direkomendasikan oleh API untuk penyelarasan poros



Gambar 2.4 Peralatan

Dalam metode indikator dial terbalik, indikator dial pada peralatan stasioner dan bergerak ditempatkan berlawanan satu sama lain pada bagian kopling yang berlawanan. Kopling diputar 360 derajat dan pembacaan dilakukan pada 0, 90, 180.270 derajat.

g. Penjajaran Laser: Penjajaran laser digunakan untuk mesin berputar kritis seperti Mesin, turbin, dll.

Keuntungan dari penjajaran Laser atas indikator Dial:

Pengukuran yang tepat.

Hasil misalignment bisa didapatkan hanya dengan rotasi 90 derajat.

Tidak perlu memutar 360 derajat

Penyimpanan data dan pembuatan laporan

Hasil koreksi perataan otomatis

h. Selama memutar poros, pastikan bearing atau roda gigi sudah cukup terlumasi.

4. Pemasangan Pipa *(Instalation of Pipeline)*

Pipa adalah bagian tubular yang digunakan untuk mengalirkan cairan dan gas ke lokasi yang diinginkan. Hal-hal berikut yang harus diperhatikan saat memasang pipa ke peralatan:

a. Pengelasan pipa: Sesuai kelasnya, pengelasan oksi asetilen tidak boleh digunakan untuk pengelasan pipa untuk pipa yang ketebalan dindingnya lebih dari 10 mm.

b. GTAW dan GMAW akan digunakan untuk pengelasan pipa tembaga nikel
c. Pipa las bagian belakang harus memiliki tipe penetrasi penuh
d. Flensa pipa penghubung tidak boleh dipasang pada posisinya
e. Sesuai API 686, pipa dan lubang baut peralatan harus berada dalam jarak 1,5 mm. Baut harus dimasukkan dengan mudah ke dalam lubang baut, tanpa kekuatan dari luar.
f. Saat menghubungkan flensa, celah flensa harus diukur dengan menggunakan pengukur antena. Dalam kasus flensa wajah yang terangkat, pembacaan harus dilakukan pada sisi yang terangkat.
g. Saat flensa pipa terhubung ke flensa peralatan, ukur defleksi poros menggunakan indikator dial untuk memastikan pipa tidak memberikan tekanan pada peralatan
h. Reduksi eksentrik: Reduksi yang ditempatkan di jalur hisap pompa harus eksentrik. Ini membantu mencegah kantong udara di jalur hisap.

5. Komisioning

   Commissioning adalah pengujian atau melakukan pengujian operasional mesin utama pada kapal.

2.7.2 Komponen Instalasi Mesin Utama Kapal

Secara umum mesin utama di dalam kapal membutuhkan sistem pendukung agar dapat beroperasi dengan baik dan tanpa mengalami gangguan yang berarti dan tiap unit bagian mesin harus dipasang sesuai dengan desain yang telah disetujui klas. Secara umum sistem pendukung pada mesin tersebut dibagi menjadi 5 bagian utama, yaitu: Sistem Pelumasan *(Lubrication)* Sistem Bahan Bakar *(Fuel Injection)* Sistem Pendinginan *(Cooling System)*, Sistem penyalaan mesin, dan Sistem Gas Buang.

Komponen instalasi tenaga penggerak kapal terdiri dari :Mesin utama, Gear box, Poros tekan, Poros penghubung/antara, Tabung stern, Propeller dimana fungsi masing-masing pada komponen instalasi adalah sebagai berikut:

1) Mesin Utama Fungsinya untuk menghasilkan tenaga putar
2) *Gear box* fungsinya untuk merubah kecepatan/jumlah putaran dari mesin utama yang akan di transmisikan pada poros propeller
3) Poros tekan fungsinya untuk menopang dorongan yang dihasilkan kapal selama gerakan maju dan mundur.
4) Poros penghubung/antara berfungsi untuk menghubungkan poros dorong (trust shaf) dan poros propeller.
5) Propeller. Untuk tujuan analitis, sebuah propeller dapat dibayangkan sebagai sebuah sekrup yang berulir besar. Bila berputar, propeller tersebut mengulir sendiri terhadap air, sedemikian rupa sehingga air membentuk seperti mur dan propeller membentuk seperti baut. Semua ini membuat kapal melaju.

Tabung stern Bantalan yang ada dimana saat poros propeller keluar dari buritan kapal dinamakan tabung stern *(stern tube)*, dan menopang poros tersebut pada permukaan bantalannya oleh lignumvitae (kayu pok) atau oleh semacam potongan bantalan yang dimasukkan ke dalamnya.