



SKRIPSI - ME 141501

**PENILAIAN RISIKO PELETAKAN PERALATAN
PEMBANGKIT LISTRIK ARUS LAUT DI SELAT
NUSA PENIDA-BALI**

**VIVY BRILLIANI PUTRI
4211 100 050**

**Dosen Pembimbing
Irfan Syarif Arief, ST, MT
Dr. Eng Trika Pitana, ST, MSc**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh November
Surabaya
2015**



SKRIPSI - ME 141501

**RISK ASSESSMENT OF ENVIROMENT
LOCATION OCEAN CURRENT POWER
GENERATOR ON NUSA PENIDA STRAIN-BALI**

**VIVY BRILLIANI PUTRI
4211 100 050**

**Supervisor
Irfan Syarif Arief, ST, MT
Dr. Eng Trika Pitana, ST, MSc**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut of Technology Sepuluh November
Surabaya
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENILAIAN RISIKO PELETAKAN PERALATAN
PEMBANGKIT LISTRIK ARUS LAUT DI SELAT NUSA
PENIDA-BALI**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Vivy Brilliani Putri
NRP. 4211 100 050

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Irfan Syarif Arief, ST., MT

2. Dr. Eng Trika Pitana, ST, MSc



SURABAYA
Juli, 2015

LEMBAR PENGESAHAN

**PENILAIAN RISIKO PELETAKAN PERALATAN
PEMBANGKIT LISTRIK ARUS LAUT DI SELAT NUSA
PENIDA-BALI**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Marine Manufacture and Design (MMD)
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Vivy Brilliani Putri
NRP. 4211 100 050

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng.



SURABAYA
Juli, 2015

PENILAIAN RISIKO PELETAKAN PERALATAN PEMBANGKIT LISTRIK ARUS LAUT DI SELAT NUSA PENIDA-BALI

Nama : Vivy Brillianti Putri
NRP : 4211 100 050
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS
Dosen Pembimbing : 1. Irfan Syarif Arief, ST, MT
2. Dr. Eng Trika Pitana, ST, MSc

Abstrak

Pada saat ini pembangkit listrik arus laut masih menjadi perkembangan teknologi energi terbarukan. Indonesia baru mengembangkan teknologi ramah lingkungan ini. Pada pembangkit listrik arus laut terdapat banyak bahaya yang timbul seperti kebakaran, kerusakan saat instalasi peralatan ataupun operasional dari 28 standart klasifikasi internasional. Pada skripsi ini dianalisa tingkat risiko pada peletakan pembangkit listrik arus laut di Selat Nusa Penida-Bali, dan selanjutnya dilakukan evaluasi risiko apakah risiko tersebut diterima atau tidak. Penilaian risiko dan bahaya menggunakan metode *Preliminary Hazard Analysis* (PHA) yaitu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya atau risiko dari suatu situasi atau peristiwa yang dapat mengganggu atau merusak sistem. Terdapat beberapa langkah dalam menganalisa risiko, diantaranya identifikasi risiko dengan metode HAZID (*Hazard Identification*) atau objek yang dianalisa, kemudian perkiraan frekuensi dan perkiraan konsekuensi dengan metode PHA(*Preliminary Hazard Analysis*) serta pembuatan profil *risk matrix*. *Matrix* risiko merupakan tabel yang terdiri dari level frekuensi, level konsekuensi dan level risiko. Selanjutnya melakukan mitigasi yang direkomendasi berdasarkan standart, maka risiko dapat diterima.

Kata kunci: *Penilaian Risiko Peletakan Peralatan, HAZID, PHA.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RISK ASSESSMENT OF ENVIROMENT LOCATION OCEAN CURRENT POWER GENERATOR ON NUSA PENIDA STRAIN-BALI

Name : Vivy Brilliani Putri
NRP : 4211 100 050
Departement : Marine Engineering FTK ITS
Dosen Pembimbing : 1. Irfan Syarif Arief, ST, MT
2. Dr. Eng Trika Pitana, ST, MSc

Abstract

At this time of Ocean Current Power Generator is still a major development new technology energy. Indonesia just develop this eco green technology. In the ocean current power generator location, there are many dangers that fires, damage when installasion environment and operation system from 28 international classification standard. This script analyze risk in the location of ocean current power generator at Nusa Penida Strain-Bali and conduts a risk evaluation of whethever these can be accepted or not. Risk and hazard assessment using the Preliminary Hazard Analysis (PHA) method, which is the method used to identify hazards or event that may disrupt or damage a system. There are several steps in analyzing the risks, including identify risks using HAZID (Hazard Identification) method, then estimate the frequency and estimate the consequences using PHA (Preliminary Hazard Analysis) method and make risk matrix. Risk matrix is the table that consist of the frequency level, consequences level, and risk level. After that the recommended mitigation based standard, then the risk is acceptable.

Key words: *Risk Assesment Of Enviroment Location, HAZID, PHA.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas karunia, hidayah dan Rahmat-Nya sehingga Skripsi dengan judul **“PENILAIAN RISIKO PELETAKAN PERALATAN PEMBANGKIT LISTRIK ARUS LAUT DI SELAT NUSA PENIDA-BALI”** dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai syarat kelulusan sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan Skripsi ini penyusun banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, petunjuk, saran serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun banyak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah, Ibu dan anggota keluarga yang telah memberikan biaya, motivasi dan doa untuk kelangsungan Skripsi ini.
2. Rino Rizal Teguh Presetya dan keluarganya telah memberikan dukungan berupa semangat untuk menyelesaikan Skripsi ini.
3. Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng , selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
4. Bapak Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, selaku dosen wali penulis selama berkuliah di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.

5. Bapak Irfan Syarif Arief, ST, MT selaku dosen pembimbing pertama penulis yang telah membimbing penulis mulai dari penentuan tema Skripsi yang akan di ambil, bimbingan, dan motivasi yang telah di berikan sehingga dapat menyelesaikan Skripsi. Bapak Dr. Eng Trika Pitana, ST, MSc selaku dosen pembimbing kedua penulis yang telah membimbing penulis bimbingan, dan motivasi yang telah di berikan sehingga dapat menyelesaikan Skripsi.
6. Seluruh staff dan karyawan di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS yang telah banyak membantu dan memberikan informasi kepada penulis dalam mengerjakan Skripsi ini.
7. Rekan-rekan Marine Manufacture Design di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS dalam memberikan support selama pengerjaan Skripsi ini.
8. Rekan-rekan Ampibi'11 yang selalu memberikan support dan masukan selama pengerjaan Skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah ikut memberi ide dan masukan sehingga terselesaikannya laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan yang disusun ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran dari semua pihak, agar dapat bisa dijadikan perbaikan untuk selanjutnya. Penulis berharap semoga laporan yang disusun ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi para pembaca untuk bahan studi review selanjutnya di masa mendatang.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penjelasan Umum Pembangkit Listrik Arus Laut.....	7
2.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Arus Laut.....	8
2.3 Perkembangan Teknologi Pembangkit Listrik Arus Laut di Dunia	9
2.4 Risiko	10
2.5 Jenis-jenis Risiko	11
2.6 Analisa Risiko	16
2.7 Penilaian Risiko	17
2.8 Manajemen Risiko	18
2.9 <i>Preliminary Hazard Analysis (PHA)</i>	22
2.10 Identifikasi Frekuensi dan Konsekuensi	24
2.11 <i>Risk Mapping</i>	25
2.12 Mitigasi Risiko.....	26
2.13 Penelitian Terdahulu Menggunakan Manajemen Risiko.....	27

BAB III METODOLOGI	31
3.1 Perumusan Masalah	32
3.2 Studi Literatur dan Pengumpulan Data.....	32
3.3 Analisa <i>Preliminary Hazard Analysis</i>	33
3.4 Analisa Frekuensi	33
3.5 Analisa Konsekuensi	34
3.6 Representasi Risiko	34
3.7 Analisa Mitigasi.....	34
3.8 Kesimpulan dan Saran	35
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Data Penelitian.....	37
4.2 Penentuan Standart	39
4.3 <i>Hazard Identification</i>	51
4.4 <i>Preliminary Hazard Analysis (PHA)</i>	69
4.5 Analisa Ranking Risiko	73
4.6 Analisa Upaya Mitigasi.....	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

2.1 Penggolongan <i>Likelihood</i>	20
2.2 Penggolongan <i>Consequence</i>	21
2.3 Peta Risiko	21
2.4 <i>Risk Rating</i>	22
2.5 Contoh <i>Template</i> pengerjaan PHA.....	23
2.6 <i>Risk Mapping</i>	25
4.1 Iktisar Standart	43
4.2 Contoh <i>Template Worksheet A</i> . Analisa risiko pada desain	71
4.3 <i>Risk Matrix</i> Peletakan PLTAL di Selat Nusa Penida.....	76

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

1.1	Peta Bali	3
1.2	Peta Perencanaan PLTAL di Selat Nusa Penida	4
2.1	Pembangkit Listrik Arus Laut	8
2.2	Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Arus Laut.....	9
2.3	Pembangkit Listrik Arus Laut Model Turbin <i>Darrieus</i> Tipe H	10
2.4	<i>Risk Management Process</i>	19
4.1	Peta Perencanaan Peletakan Pembangkit Listrik Arus Laut	38

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab I berisikan pendahuluan yaitu latar belakang yang menjadi dasar dalam penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Pembangkit listrik arus laut yang berada di wilayah perairan laut Pulau Nusa Penida maka perlu diketahui secara geografis kawasan barat Pulau Nusa Penida berada di Kecamatan Nusa Penida Kabupaten Klungkung dan terletak pada 155°30'00'' dan 155°36'00'' Bujur Timur dan 8°40'00'' sampai 8°45'00'' Lintang Selatan. Batas-batas wilayah kawasan barat pulau Nusa Penida, yaitu: di sebelah barat dan utara di batasi oleh Selat Badung, sebelah selatan di batasi oleh Samudra Indonesia, sebelah timur di batasi oleh Desa Sekartaji, Desa Klumpu dan Desa Kutampi.

Luas wilayah kawasan barat Pulau Nusa Penida adalah 100.030 Ha dari luas wilayah Kecamatan Nusa Penida yaitu 202.840 Ha. Secara umum kondisi topografi Pulau Nusa Penida tergolong landai sampai berbukit, yang mana untuk daerah pesisir sepanjang pantai bagian utara berupa lahan datar dengan kemiringan 0-3% dari ketinggian lahan 0-268 m di atas permukaan laut (dpl) dan semakin ke selatan kemiringan lerengnya semakin bergelombang. (Sumber: RPJMD Kab.Klungkung Tahun 2008-2013).

Kawasan Barat Nusa Penida termasuk beriklim tropis yaitu musim kemarau yang dalam kondisi normal akan terjadi pada bulan April-Oktober dan musim penghujan yang biasanya terjadi pada musim Oktober-April, dengan temperature udara berkisar antara 27°C – 30,9°C serta kawasan ini memiliki curah hujan rata-rata 1562,67 mm setiap tahun.(Sumber: RPJMD Kab.Klungkung Tahun 2008-2013)

Proses pelaksanaan proyek pembangunan pembangkit arus laut di Nusa Penida tersebut memiliki risiko-risiko, mulai dari pelaksanaan pekerjaan pembangunan material di galangan hingga pemasangan instalasi pembangkit listrik arus laut di bawah laut dari pekerjaan tersebut. Kendala-kendala dilapangan yang sering ditemukan, baik teknis maupun *non* teknis yang secara langsung dapat mempengaruhi produktivitas, prestasi (*performance*), kualitas dan anggaran biaya proyek. Dari sudut pandang proses, risiko adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan, sehingga terjadi konsekuensi yang tidak diinginkan.

Pengamatan terhadap beberapa risiko yang ditemukan pada perencanaan proyek pembangunan pembangkit listrik arus laut berdasarkan regulasi-regulasi internasional sehingga memerlukan penanganan dan metode *preliminary hazard analysis* dalam pelaksanaannya di beberapa lokasi. Kriteria risiko pada beberapa titik lokasi pembangunan di disesuaikan antara kondisi lingkungan dan regulasi internasional yang telah ditentukan.

Pembangunan pembangkit listrik arus laut selain memiliki risiko pada saat pelaksanaan pembangunannya, juga memiliki risiko saat pembangkit listrik arus laut tersebut difungsikan, hal ini berdasarkan penelitian terdahulu di wilayah amerika dan eropa.

Berdasarkan hasil dari analisa awal dari penelitian sebelumnya dari jurnal-jurnal internasional tersebut perlu dilakukan penelitian untuk memperkirakan data-data dan informasi apa saja yang tersedia selama proses pelaksanaan proyek yang merupakan risiko konstruksi. Risiko konstruksi yang diperoleh tersebut kemudian diolah untuk dapat diketahui risiko mana saja yang menjadi risiko dominan yaitu risiko yang memiliki nilai frekuensi kejadian tinggi serta risiko yang memberikan dampak yang besar pula terhadap proses pelaksanaan sebuah proyek konstruksi. Risiko yang

dihadapi proyek bergantung pada asumsi dan perkiraan yang digunakan. Risiko yang akan dihadapi dalam proyek lebih berat

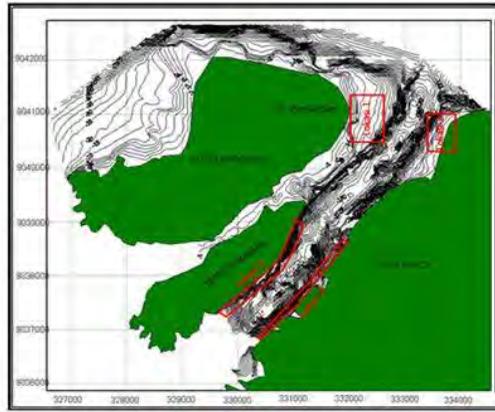
sehubungan dengan sifat proyek hanya berjalan dalam satu jangka waktu pelaksanaan yang tidak berulang. Sehubungan dengan itu diperlukan pula manajemen risiko untuk melihat risiko-risiko yang dihadapi dan meninjau pengaruhnya terhadap sasaran kegiatan.

Termasuk dalam tahapan manajemen risiko adalah perencanaan manajemen risiko, identifikasi risiko, analisa risiko, penanganan risiko, dan monitor terhadap risiko. Identifikasi risiko adalah langkah awal dalam penerapan manajemen risiko dan merupakan tahapan yang penting dalam pelaksanaan kegiatan. Dengan identifikasi risiko pada proses pelaksanaan kegiatan konstruksi akan diketahui risiko-risiko apa saja yang terjadi selama pelaksanaan kegiatan sejak mulai dikerjakan sampai selesai. Selanjutnya akan diketahui seberapa potensial risiko-risiko tersebut dalam mempengaruhi tercapainya sasaran kegiatan dan dapat pula sekaligus direncanakan penentuan langkah penanganan yang tepat atau langkah mitigasi untuk meminimalisasi akibat buruk dari risiko yang ditemukan.



Gambar 1.1 Peta Bali

Sumber: (*Google map*, 14 Maret 2015)



Gambar 1.2 Peta Perencanaan PLTAL di Selat Nusa Penida

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi bahan analisa dalam penelitian ini adalah :

1. Apa saja kriteria risiko dalam pengerjaan Proyek Pembangunan Instalasi Pembangkit Listrik Arus Laut di Nusa Penida berdasarkan regulasi-regulasi internasional?
2. Bagaimana penentuan lokasi peletakan Instalasi Pembangkit Listrik Arus Laut di Selat Nusa Penida berdasarkan analisa risiko yang dinilai?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penulisan nanti bisa lebih terarah dan sistematis, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisa hanya difokuskan pada risiko yang berdasarkan regulasi-regulasi internasional yang pernah melakukan penelitian instalasi pembangkit listrik arus laut.
2. Analisa dan pengolahan hasil identifikasi risiko dilakukan terhadap risiko yang sering muncul dengan dampak yang besar berdasarkan lokasi peletakan instalasi pembangkit listrik arus laut.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari analisa yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa risiko sesuai regulasi-regulasi internasional pada Proyek Pembangunan Instalasi Pembangkit Listrik Arus Laut di Nusa Penida.
2. Menganalisa risiko yang disesuaikan dengan lokasi peletakan Proyek Pembangunan Instalasi Pembangkit Listrik Arus Laut di Nusa Penida.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penilaian analisa adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dapat mengidentifikasi kemungkinan risiko yang akan terjadi sedini mungkin, sehingga dapat mengetahui cara mengelola risiko tersebut.
2. Penelitian dapat menjadi referensi bagi penelitian sejenis kedepannya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

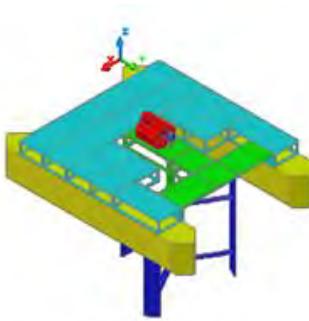
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan penelitian yang terdiri dari proyek, risiko, dan metode yang digunakan *Preliminary Hazard Analysis* (PHA). Pada penjelasan proyek akan dijelaskan mengenai definisi proyek, jenis, dan juga siklus hidup dari proyek tersebut. Pada penjelasan risiko akan dijelaskan mengenai definisi, langkah-langkah identifikasi risiko dan analisis risiko. Setelah itu dilakukan *Preliminary Hazard Analysis* (PHA) dari probabilitas risiko yang ada terhadap proyek yang disesuaikan dengan lokasi peletakan.

2.1 Penjelasan Umum Pembangkit Listrik Arus Laut

Prinsip yang dikembangkan pada aplikasi teknologi pemanfaatan energi arus laut adalah melalui konversi tenaga kinetik masa air laut menjadi tenaga listrik. Tercatat beberapa negara telah berhasil melakukan instalasi pembangkit energi listrik dengan memanfaatkan energi arus dan pasang surut, mulai dari *prototype* turbin pembangkit hingga mencapai turbin skala komersial dengan kapasitas 1,2 MW/turbin, seperti yang telah dibangun di Skotlandia, Swedia, Perancis, Norwegia, Inggris, Irlandia Utara, Australia, Italia, Korea Selatan dan Amerika Serikat.

Untuk wilayah Indonesia, energi yang mempunyai prospek bagus adalah energi arus laut. Hal ini dikarenakan Indonesia mempunyai banyak pulau dan selat sehingga arus laut akibat interaksi Bumi-Bulan-Matahari mengalami percepatan saat melewati selat-selat tersebut.



Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Arus Laut

Sumber: <http://www.bluenergy.com/vertical-axis-turbine/vaht/>

2.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Arus Laut

Pembangkit listrik tenaga laut memiliki ketersediaan energi yang relatif stabil dan dapat diprediksi karakteristiknya dibandingkan dengan pembangkit listrik energi terbarukan lainnya yang ketersediaannya masih bergantung cuaca. Selain itu, kapasitas energi tenaga laut jauh lebih besar dibandingkan dengan energi yang bersumber dari tenaga angin karena air mempunyai berat jenis yang lebih besar dibandingkan dengan udara. Kapasitas energi yang dihasilkan arus laut sebesar 12 *mph* (*milesperhour* ; 1 *mph* = 0.44704 m/s) sebanding dengan *massa* udara atau angin yang bergerak dengan kecepatan sebesar 110 *mph*.

Pada dasarnya, arus laut merupakan gerakan horizontal massa air laut, sehingga arus laut memiliki energi kinetik yang dapat digunakan sebagai tenaga penggerak rotor atau turbin pembangkit listrik. Energi kinetik arus laut menjadi energi rotasi dan energi listrik. Daya yang dihasilkan oleh turbin arus laut jauh lebih besar dari pada daya yang dihasilkan oleh turbin angin, karena rapat massa udara.

Kapasitas daya yang dihasilkan dapat dihitung dengan pendekatan matematis yang memformulasikan daya yang melewati suatu permukaan atau luasan, maka rumus yang digunakan formulasi *Fraenkel* 1999 yaitu:

$$P = 0,5 \times \rho \times A \times v^3$$

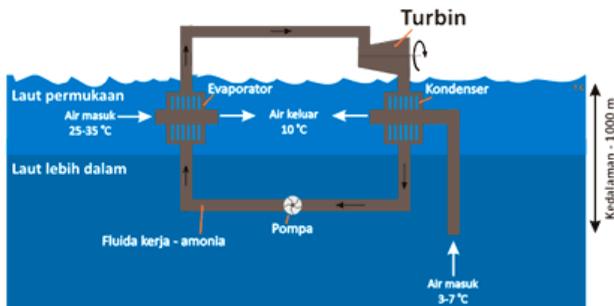
Dimana :

P = Daya (*watt*)

ρ = Rapat massa air (kg/m^3)

A = Luas penampang (m^2)

v = Kecepatan arus (m/s)



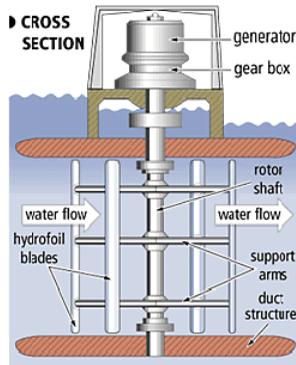
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Energi Arus Laut

Sumber: <http://harmanatsoroako.com/category/energy-terbarukan/>

2.3 Perkembangan Teknologi Pembangkit Listrik Arus Laut di Dunia

Pengembangan teknologi ekstraksi energi arus laut ini dilakukan dengan mengadopsi prinsip teknologi energi angin yang telah lebih dulu berkembang, yaitu dengan mengubah energi kinetik arus laut menjadi energi rotasi dan energi listrik.

Perkembangan pembangkit listrik tenaga arus laut hampir sama dengan permasalahan pembangkit listrik energi terbarukan lainnya. Dibandingkan dengan negara lain, kita memiliki potensi energi yang besar dari arus laut yang bisa kita manfaatkan. Teknologi pembangkit listrik arus laut juga bukanlah teknologi yang baru untuk orang Indonesia dan beberapa industri lokal yang bergerak di bidang energi telah mampu dengan baik memproduksi turbin dan generatornya. Permasalahan utama dalam membangun pembangkit listrik jenis ini adalah bahan baku yang sebagian besar harus didatangkan dari luar negeri. Sehingga memerlukan biaya investasi yang lebih besar dalam membangunnya.



Gambar 2.3 Pembangkit Listrik Arus Laut Model Turbin Darrieus Tipe H

Sumber: <http://www.bluenergy.com/vertical-axis-turbine/vaht/>

2.4 Risiko

Risiko merupakan kemungkinan terjadinya sesuatu yang akan berdampak hal-hal yang tidak diinginkan. Dampak yang paling dihindari adalah sesuatu yang akan membahayakan kesehatan dan keselamatan manusia serta lingkungan sebagai akibat dari teknologi yang berkembang saat ini. Risiko didefinisikan sebagai suatu fungsi *probability of failure* dan *consequence of failure* terhadap waktu.

Perubahan suatu lingkungan dapat menyebabkan perubahan risiko pada suatu sistem. Oleh karena itu, pembangkit listrik arus laut mengambil energi arus laut yang memiliki energi kinetik sehingga dapat digunakan sebagai tenaga penggerak rotor atau turbin pembangkit listrik dengan lingkungan perairan laut yang berbeda-beda tiap segmennya memiliki tingkat risiko yang berbeda pula sesuai dengan kondisi lingkungan tersebut. *Risk assessment* dilakukan agar kita dapat melakukan tindakan pencegahan terhadap suatu bahaya yang mungkin terjadi.

Risiko akan selalu ada pada suatu pekerjaan, yaitu suatu kejadian yang tidak bisa ditentukan kepastiannya yang tidak bisa ditentukan kepastiannya yang dihadapi seseorang atau suatu perusahaan yang dapat memberikan dampak akibat dari suatu kejadian yang biasanya dieksperesikan sebagai kerugian dari suatu kejadian atau suatu risiko, sehingga *consequences* di hitung dari biaya kerugian yang dialami dalam suatu periode waktu dari suatu kejadian atau risiko. Secara sistematis risiko dapat di gambarkan sebagai berikut.

Risk (risiko) = Likelihood (kemungkinan terjadi) x Impact (dampak)

Dimana :

Risk = *consequence / time*

Likelihood = *event / time*

Impact = *consequence / event*

2.5 Jenis-jenis Risiko

Dijelaskan bahwa Risiko yang ditanggung oleh perusahaan dikelompokkan menjadi 4 m menurut Dian Sistining Ayu, 2007 yaitu:

1. Risiko Finansial

Risiko finansial meliputi beberapa risiko sebagai berikut:

1.1. Risiko Keuangan

Fluktuasi target keuangan atau ukuran moneter perusahaan karena gejala berbagai variable makro. Ukuran keuangan dapat berupa arus kas, laba perusahaan dan pertumbuhan penjualan.

1.2. Risiko Likuiditas

Risiko likuiditas adalah ketidakpastian atau kemungkinan perusahaan tidak dapat memenuhi kewajiban pembayaran jangka pendek atau pengeluaran tidak terduga. Ini berkaitan dengan pengelolaan modal kerja perusahaan. Risiko ini terjadi bila perusahaan kekurangan uang tunai atau modal kerja bentuk lain yang bisa diuangkan dengan mudah untuk membayar hutang pajak, hutang yang merugikan apabila tidak ditangani dengan tepat. Risiko dapat disebabkan oleh satu atau banyak factor dan apabila terjadi dapat menimbulkan satu atau banyak dampak merugikan.

Untuk mengelola suatu risiko, maka yang pertama kali harus dilakukan mendefinisikan apa yang disebut risiko. Banyak pihak yang telah mendefinisikan apa yang disebut risiko. Risiko awalnya dikenal sebagai perpaduan antara ilmu matematika dengan ketidakpastian. Secara sederhana risiko dapat diartikan sebagai tingkat ketidakpastian akan terjadinya sesuatu atau tidak tercapainya suatu tujuan dalam kurun waktu tertentu.

Risiko likuiditas merupakan kombinasi dari probabilitas suatu kejadian dan konsekuensi dari kejadian tersebut, dengan tidak menutup kemungkinan bahwa ada lebih dari satu konsekuensi untuk satu kejadian, dan konsekuensi bisa merupakan hal yang positif maupun negatif. Namun risiko umumnya dipandang sebagai suatu yang negatif, seperti kehilangan, bahaya, dan konsekuensi lainnya.

Risiko lebih dikaitkan dengan kerugian yang diakibatkan oleh kejadian yang mungkin terjadi dalam waktu tertentu. Kerugian tersebut sebenarnya bentuk dari ketidakpastian yang seharusnya di pahami dan dikelola secara efektif oleh organisasi sebagai bagian dari strategi dan sehingga dapat menjadi nilai tambah dan mencapai tujuan organisasi. Dengan demikian, risiko dapat dikatakan sebagai suatu kesempatan dalam terminology kuantitatif, dari suatu kejadian bahaya yang didefinisikan.

Terminologi kuantitatif yang dimaksud dari pengukuran probabilitas terjadinya suatu kejadian dan dikombinasikan dengan pengukuran konsekuensi dari kejadian tersebut, secara matematis dimana *likelihood* kemungkinan risiko tersebut akan muncul, yang biasanya digunakan data historis untuk mengestimasi kemungkinan tersebut. Perhitungan kemungkinan atau peluang yang sering digunakan adalah frekuensi. Sedangkan *consequences* adalah dagang, hutang bank yang jatuh tempo dan kewajiban jangka pendek lainnya.

Risiko likuiditas adalah kemungkinan penjualan suatu aset perusahaan dengan diskon yang tinggi karena sulitnya mencari pembeli. Ini terjadi bagi aset-aset yang jarang diperdagangkan. Perusahaan menghadapi risiko likuiditas ini terutama bagi yang menanamkan uang di surat berharga.

Sekali risiko likuiditas berkaitan dengan jangka waktu yang pendek, kondisi tidak likuid yang ekstrim dapat menyebabkan kebangkrutan. Risiko Kredit

Risiko bahwa debitur atau pembeli secara kredit tidak dapat membayar hutang dan memenuhi kewajiban seperti yang tertuang dalam kesepakatan.

1.3. Risiko Permodalan

Risiko yang dihadapi perusahaan berupa kemungkinan tidak dapat menutupi kerugian.

1.4. Risiko Pasar

Berkaitan dengan potensi penyimpangan hasil keuangan karena pergerakan *variable* pasar selama periode likuidasi dan perusahaan harus secara rutin melakukan penyesuaian terhadap pasar. Hal-hal yang terkait dengan risiko pasar adalah transaksi dan instrumen keuangan. Risiko pasar dapat dibedakan menjadi 3 tipe, yaitu:

- Risiko suku bunga, merupakan risiko yang berdampak pada potensi penyimpangan beban biaya atau pendapatan karena fluktuasi suku bunga.
- Risiko nilai tukar, merupakan potensi penyimpangan dari hasil yang diharapkan karena fluktuasi nilai tukar.
- Risiko komoditas, merupakan potensi penyimpangan ekspektasi penerimaan atau kewajiban pembayaran rupiah karena perusahaan melakukan transaksi secara *forward*. Yaitu transaksi yang disepakati hari ini mengenai jumlah atau volume komoditas yang ditransaksikan, harga, jatuh temponya dan eksekusi dilakukan saat jatuh tempo.

2. Risiko Operasional

Potensi penyimpangan dari hasil yang diharapkan karena tidak berfungsinya suatu sistem, SDM, teknologi, atau faktor lainnya. Risiko operasional dapat dibedakan menjadi lima yaitu:

- Risiko produktivitas, berkaitan dengan penyimpangan hasil atau tingkat produktivitas yang diharapkan karena adanya penyimpangan dari *variable* yang mempengaruhi produktivitas.
- Termasuk di dalamnya adalah teknologi, peralatan, material dan SDM.

- Risiko teknologi, potensi penyimpangan hasil karena teknologi yang digunakan tidak lagi sesuai kondisi.
- Risiko inovasi, potensi penyimpangan hasil karena terjadinya pembaruan, modernisasi, atau transformasi dalam beberapa aspek bisnis.
- Risiko sistem, bagian dari risiko proses yaitu penyimpangan hasil karena adanya cacat atau ketidaksesuaian sistem dalam operasi perusahaan.
- Risiko proses, risiko mengenai potensi penyimpangan dari hasil yang diharapkan pada proses karena adanya penyimpangan atau kesalahan kombinasi sumber daya (SDM, keahlian, metode, peralatan, teknologi, dan material) dan karena perubahan lingkungan.

3. Risiko Strategis

Risiko strategis merupakan risiko yang dapat mempengaruhi eksposur korporat dan eksposur strategi (terutama eksposur keuangan) sebagai akibat keputusan strategis yang tidak sesuai dengan lingkungan eksternal dan internal usaha. Risiko strategis dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:

- Risiko usaha, potensi penyimpangan hasil korporat (nilai perusahaan, dan kekayaan pemegang saham) dan hasil keuangan karena perusahaan memasuki suatu bisnis tertentu dengan lingkungan industry yang khas dan menggunakan teknologi tertentu.
- Risiko transaksi strategis, potensi penyimpangan hasil korporat maupun strategis sebagai akibat perusahaan melakukan transaksi strategis.
- Risiko hubungan investor, risiko yang berhubungan dengan potensi penyimpangan hasil dari eksposur

keuangan karena ketidaksempurnaan dalam membina hubungan dengan investor, baik pemegang saham maupun kreditur.

4. Risiko Eksternalitas

Risiko eksternalitas adalah potensi penyimpangan hasil pada eksposur korporat dan strategis dan bisa berdampak pada potensi penutupan usaha karena pengaruh dari faktor eksternal. Yang termasuk faktor eksternal, antara lain reputasi, lingkungan, social, dan hukum.

- Risiko reputasi, adalah potensi hilangnya atau hancurnya reputasi perusahaan karena penerimaan lingkungan eksternal rendah, bahkan hilang.
- Risiko lingkungan, adalah potensi penyimpangan hasil bahkan potensi penutupan perusahaan karena ketidakmampuan perusahaan dalam mengelola polusi dan dampaknya yang ditimbulkan oleh perusahaan.
- Risiko sosial, adalah potensi penyimpangan hasil karena tidak akrabnya perusahaan dengan lingkungan tempat perusahaan berada.
- Risiko hukum, adalah kemungkinan penyimpangan karena perusahaan tidak mematuhi peraturan yang berlaku.

2.6 Analisa Risiko

Analisa risiko terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *risk assessment*, *risk management*, dan *risk communication*. *Risk assessment* merupakan penilaian terhadap risiko suatu sistem atau komponen sehingga bila terjadi hal-hal yang memungkinkan terjadinya bahaya, dapat segera dilakukan tindakan pencegahan. Tindakan pencegahan atau biasa

dikenal tindakan mitigasi termasuk dalam *risk management*. Setelah sistem atau komponen yang berisiko diatur sedemikian rupa sehingga mencegah suatu bahaya yang terjadi, tindakan penilaian risiko serta penanganan wajib disampaikan kepada pihak-pihak terkait seperti staf, pekerja, maupun penduduk sekitar. Tindakan tersebut dinamakan *risk communication*.

Model tersebut dibatasi dengan peraturan nasional dan internasional yang menyatakan bahwa *risk assessment* dan *risk management* merupakan dua pokok bahasan dengan proses yang berbeda. Model tersebut mengenalkan bahwa terdapat hal yang saling tumpah tindih antara elemen individu namun juga fungsi pasti dihubungkan oleh legislasi yang cukup berbeda antara satu elemen dengan elemen lain. Pemisahan antara *risk assessment* dan *risk management* sangatlah penting untuk aplikasi praktis di lapangan.

2.7 Penilaian Risiko

Risk assessment didefinisikan sebagai seluruh rangkaian proses identifikasi kerusakan dan estimasi risiko seperti: likelihood, exposure, konsekuensi, dan safety level assessment serta ketidakpastian yang juga dijadikan pertimbangan. Proses penilaian terhadap risiko dilakukan untuk mengidentifikasi seluruh kemungkinan buruk yang mungkin dapat membahayakan kesehatan manusia, lingkungan, proses produksi, maupun peralatan karena aktivitas manusia dan teknologi. Tiga langkah yang termasuk dalam *risk assessment*, meliputi:

- Identifikasi kerusakan melalui analisa ‘apa’, ‘bagaimana’, ‘dimana’, dan ‘kapan’
- Pertimbangan kemungkinan dari *adverse outcome* dan konsekuensi

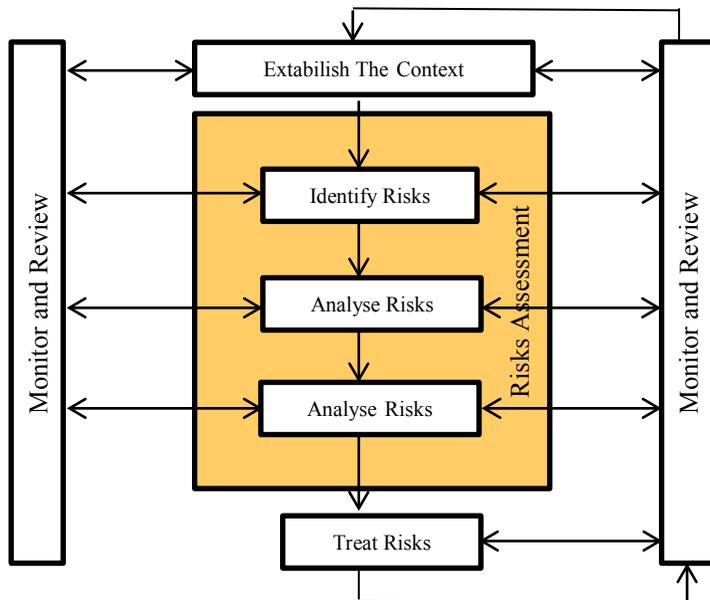
- Estimasi risiko untuk membagi kemungkinan kerusakan yang akan terjadi

Langkah awal dari *risk assessment* adalah identifikasi bahaya dan dampak bahaya tersebut. Siapa saja atau apa saja yang akan dampak dari bahaya tersebut. Langkah berikutnya adalah menentukan frekuensi kejadian atau kemungkinan terjadinya bahaya tersebut. Seberapa sering kejadian tersebut dapat terjadi, karena risiko adalah kombinasi dari *consequence* dan *probability*.

Metode yang digunakan dalam melakukan penilaian risiko adalah metode kuantitatif, metode kualitatif, dan metode semi kuantitatif. Pada metode kuantitatif, pendekatan yang dilakukan lebih kepada pendekatan nilai (angka). Sedangkan pada metode semi kuantitatif pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Pada metode ini, data sangat berperan dalam mengevaluasi probabilitas kegagalan.

2.8 Manajemen Risiko

Menurut *Australian Standard / New Zeland Standard* (AS/NZS) 4360 : 2004, risiko adalah kemungkinan terjadinya sesuatu kejadian yang akan berdampak pada tujuan. Risiko biasanya didefinisikan sebagai suatu hal yang negative, sehingga harus diminimalkan atau di hindari. Sedangkan manajemen risiko adalah proses mengidentifikasi variasi potensi risiko dari apa yang direncanakan dan mengelola untuk memaksimalkan peluang, meminimalkan kerugian dan meningkatkan keputusan dan keluaran (Authority, 2004b). Secara umum manajemen risiko digambarkan dalam beberapa



Gambar 2.4 Risk Management Process

Sumber : *Authority, 2004b*

tahap-tahap tersebut antara lain,

- *Communicate and Consult*

Komunikasi dan konsultasi dilakukan dengan *stake holder* internal maupun eksternal sehingga sesuai dengan manajemen risiko dan memperhatikan proses secara keseluruhan (Anityasari dan Wessiani, 2011)

- *Establish the context*

Pada tahap ini dilakukan penetapan ruang lingkup organisasi, hubungan dengan lingkungan eksternal dan internalnya, tujuan dan strategi organisasi. Kemudian menetapkan ruang lingkup objek dari manajemen risiko yang meliputi target, tujuan, strategi, dan parameter aktivitas

organisasi sehingga proses manajemen risiko dapat berjalan lebih terarah dan tepat sasaran. (Anityasari dan Wessiani, 2011)

- *Identify Risks*

Pada tahap ini identifikasi risiko-risiko yang akan terjadi dan bagaimana risiko itu dapat terjadi. Identifikasi risiko dapat dilakukan dengan pertanyaan *where, when, why, dan how* kejadian-kejadian yang dapat menghambat atau mempengaruhi pencapaian tujuan. (Anityasari dan Wessiani, 2011)

- *Analyse Risks*

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap risiko yang akan terjadi. Risiko yang akan terjadi ini dicari nilai konsekuensi jika terjadi (*Consequence*) dan kemungkinan risiko ini terjadi (*Likelihood*). Dari hasil analisa risiko ini akan diperoleh suatu peta risiko yang menggambarkan tingkat dan kategori risiko.

Pengelompokan risiko ini berdasarkan standar AS/NZS dalam Anityasari dan Wessiani, 2011, sebagai berikut.

Tabel 2.1 Penggolongan *Likelihood*

<i>Likelihood</i>	<i>Possibility of occurrence</i>
<i>Rare</i>	<i>Possibility of occurrence less than 5%</i>
<i>Unlikely</i>	<i>Possibility of occurrence between 5%-25%</i>
<i>Possible</i>	<i>Possibility of occurrence between 25%-50%</i>
<i>Likely</i>	<i>Possibility of occurrence between 50%-75%</i>
<i>Likelihood</i>	<i>Possibility of occurrence</i>
<i>Almost Certain</i>	<i>Possibility of occurrence more than 75%</i>

Sumber: Anityasari dan Wessiani, 2011

Tabel 2.2 Penggolongan *Consequence*

<i>Consequence</i>	<i>Description</i>
<i>Insignificant</i>	<i>Low financial loss, no injuries</i>
<i>Minor</i>	<i>First and treatment, medium financial loss</i>
<i>Moderate</i>	<i>Medical treatment required, high financial loss</i>
<i>Major</i>	<i>Extensive injuries, loss of production capability, major financial loss</i>
<i>Catastrophic</i>	<i>Death, huge financial loss</i>

Sumber: Anityasari dan Wessiani, 2011

Dari penggolongan *likelihood* dan *consequence* berdasarkan pada peta risiko, risiko dikelompokkan menjadi 4 kategori.

Tabel 2.3 Peta Risiko

Risk Map		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastropic
		1	2	3	4	5
Almost Certain	5					
Likely	4					
Possible	3					
Unlikely	2					
Rare	1					
Keterangan :		Extreme Risk	High Risk		Moderate Risk	
		Low Risk				

Sumber: Anityasari dan Wessiani, 2011

Penjelasan mengenai kategori risiko tersebut terdapat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 2.4 Risk Rating

<i>Risk Rating</i>	<i>Action Required</i>
<i>Extreme Risk</i>	<i>Immediate action required</i>
<i>High Risk</i>	<i>Senior management attention needed</i>
<i>Moderate Risk</i>	<i>Management responsibility must be specified</i>
<i>Low Risk</i>	<i>Manage by routine procedures</i>

Sumber: Anityasari dan Wessiani, 2011

- *Evaluate Risks*

Evaluasi risiko dilakukan untuk mengetahui prioritas penanganan dari risiko yang terjadi. Kategori penanganan ini dapat berupa penanganan untuk *low risk*, *medium risk*, atau *high risk*.

- *Treat Risks*

Treat risks merupakan tahap penanganan terhadap risiko yang telah diidentifikasi. Beberapa cara penanganan menurut AS/NZS 4360 : 2004, yaitu:

- Menghindari Risiko
- Menerima Risiko
- Mentransfer Risiko
- Mengurangi peluang terjadi
- Mengurangi dampak yang terjadi

- *Monitor and Review*

Monitor dan *Review* diperlukan untuk memonitor dan meningkatkan efektivitas semua tahap dalam proses manajemen risiko.

2.9 Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Sistem *Preliminary Hazard Analysis* yang menggunakan analisa risiko dengan kondisi kompleks, dan bahaya yang muncul dari sistem yang tidak memungkinkan, oleh karena itu diperlukan kejelasan nilai. Karenanya, setelah sistem dideskripsikan pada sistem kerja, tugas selanjutnya harus

mengidentifikasi kemungkinan bahaya. Objek yang diidentifikasi adalah semua kejadian yang memungkinkan dan kondisi yang mungkin mendapat penyelesaian dalam beberapa kerugian atau kerusakan. Sistem yang identitas menggunakan bahaya untuk di aplikasikan pada *Preliminary Hazard Analysis* (PHA) sebagai metode dideskripsikan dalam bagian ini. (Svein Kristiansen, 2005)

Prinsip *preliminary hazard analysis* adalah identifikasi bahaya-bahaya(*hazards*) tersebut yang memungkinkan dikembangkan pada kecelakaan-kecelakaan. Hal ini dapat diselesaikan dengan situasi-situasi yang dapat dibangkitkan atau proses-proses tersebut dengan tidak direncanakan. Hal ini menjadi penting untuk identifikasi bahaya-bahaya secara jelas sama seperti kemungkinan proses desain dalam mengurutkan untuk peralatan ukuran yang perlu diperbaiki dalam desain. Hal ini juga diketahui seperti manajemen proaktif risiko. (Svein Kristiansen, 2005)

Preliminary hazard analysis digunakan untuk memfasilitasi hal-hal untuk analisis, karena itu penting untuk sistem penyimpanan. Ada beberapa cara untuk melakukan sistematisasi ini dan analisis harus beradaptasi sistem yang cocok untuk sistem dan / atau situasi dia adalah untuk menganalisis. (Svein Kristiansen, 2005)

Tabel 2.5 Contoh *Template* pengerjaan PHA

<i>Hazardous element</i>	<i>Triggering event 1</i>	<i>Hazardous condition</i>	<i>Triggering event 2</i>	<i>Potential accident</i>	<i>Effect</i>	<i>Corrective measures</i>
Kondisi daya apung kapal	Kompartemen yang tidak kedap air	Potensial masuknya air lebih besar dan tidak terkontrol	Volume air laut membuat kapal bertambah berat	Kinerja kapal pada mesin utama menjadi menurun saat berlayar	Fatalitas, kerusakan lingkungan, kehilangan kapal dan muatan	Meningkatkan kompartemen kedap air, dan menghindari kapal bertambah volume air laut
...

Sumber: *Henley and Kumamoto* , 1981

Penjelasan dari gambar tabel PHA diatas yaitu sebagai berikut:

Hazardous element : kolom isian untuk bahaya yang muncul saat instalasi, operasional dan peletakan aplikasi.

Triggering event 1 : kolom isian untuk kejadian bahaya secara primer penyebab risiko.

Hazardous condition : kolom isian untuk kondisi bahaya dari analisa kejadian baya yang utama.

Triggering event 2 : kolom isian untuk kejadian bahaya secara sekunder penyebab risiko.

Potential accident : kolom isian untuk potensi yang muncul pada kejadian bahaya menjadi frekuensi dari penelitian ini.

Effect : kolom isian untuk dampak risiko yang menjadi konsekuensi dari penelitian.

Corrective measures : kolom isian untuk tindakan korektif dari kejadian bahaya yang di identifikasi menghasilkan mitigasi risiko.

2.10 Identifikasi Frekuensi dan Konsekuensi

Frekuensi adalah penilaian terhadap seberapa sering risiko atau kegagalan terjadi. Hal-hal yang berpengaruh terhadap tingkat resiko antara lain dari aspek seringnya kejadian yang berpotensi.

Konsekuensi adalah penilaian terhadap tingkat pengaruh dari risiko atau kegagalan yang menghasilkan dampak risiko. Proses ini penting untuk dilakukan karena akan mempengaruhi penilaian terhadap risiko, serta membantu menentukan tingkat dampak.

2.11 Risk Mapping

Risk Mapping merupakan pemetaan hasil evaluasi risiko yang dibentuk berdasarkan hasil dari analisa frekuensi dan analisa konsekuensi.

Untuk mencegah terjadinya inefisiensi atau peningkatan risiko tersebut, dibentuk *risk mapping*. *Risk Mapping* menyediakan alternatif untuk menggunakan skala penilaian dalam memprioritaskan *potential risk*.

Matriks ini menampilkan skala vertikal untuk frekuensi pada penilaian tingkat *likelihood* dan skala horizontal pada penilaian tingkat konsekuensi. Batas-batas yang terdapat pada matriks tersebut untuk mengidentifikasi prioritas tinggi, sedang dan rendah. Penilaian risk mapping pada penelitian ini digunakan dengan cara kualitatif. Penilaian kualitatif yang dinyatakan dalam bentuk kata-kata atau bukan dalam bentuk angka.

Tabel 2.6 *Risk Mapping*

Risk Map		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastropic
		1	2	3	4	5
Almost Certain	5					
Likely	4					
Possible	3					
Unlikely	2					
Rare	1					
Keterangan :		Extreme Risk	High Risk	Moderate Risk		
		Low Risk				

Sumber: Anityasari dan Wessiani, 2011

2.12 Mitigasi Risiko

Proses mitigasi adalah beberapa tindakan yang seharusnya diambil sebelum terjadinya suatu bencana dalam rangka pengurangan risiko berencana yang terintegrasi dengan menggunakan sistem pengembangan yang berkelanjutan. Pada penelitian ini penentuan rencana mitigasi bertujuan untuk mengurangi dampak risiko dan tindakan pencegahan untuk mengurangi probabilitas terjadinya risiko. Tiap risiko memiliki perlakuan yang berbeda. Terdapat 5 jenis perlakuan terhadap risiko, yaitu:

- Menghindari risiko (*avoid*)
- Memindahkan risiko (*transfer*)
- Mengurangi dampak atau peluang yang terjadi (*mitigate*)
- Menerima risiko (*accept*)

Perlakuan risiko, merupakan penentuan rencana mitigasi yang dilakukan berdasarkan prioritas risiko, dimana risiko yang merupakan prioritas akan ditangani terlebih dahulu dalam penelitian ini identifikasi risiko atau kriteria risiko yang dinilai adalah risiko yang diprioritaskan sehingga pembuatan upaya mitigasi langsung dilakukan penilaian dari tindakan kolektif penelitian.

Rencana mitigasi risiko dilakukan berdasarkan mendeteksi kemunculan risiko sehingga rencana mitigasi risiko diharapkan dapat memperkecil kemungkinan atau bahkan menghilangkan kemungkinan terjadinya risiko dan dampak dari risiko tersebut. Secara ideal, penentuan rencana mitigasi akan dilakukan terhadap hasil *risk mapping* dengan kategori *high* dan *medium* dimana harus dilakukan *corrective action* pada bagian tersebut.

2.13 Penelitian Terdahulu Menggunakan Manajemen Risiko

- Lewis, A., S. Estefen, J. Huckerby, W. Musial, T. Pontes, J. Torres-Martinez (2011) dalam jurnal “*Ocean Energy*”

Penelitian Lewis menjelaskan bahwa energi laut juga didasarkan pada ketidakpastian kapan dan jika berbagai teknologi energi laut akan tersedia secara komersial. Untuk lebih memahami kemungkinan peran energi laut melihat berdasarkan iklim, tidak hanya kemajuan teknis diperlukan, tetapi proses pemodelan skenario perlu dari menggabungkan kisaran potensi subtype teknologi energi laut, dengan data yang lebih baik potensi sumber daya, dan biaya investasi masa depan, biaya O & M dan faktor kapasitas dapat diantisipasi. Meningkatkan ketersediaan data di dunia dan skala regional akan menjadi bahan penting untuk meningkatkan cakupan energi laut dalam *literature scenario*.

- IEA-RED (2011) dalam jurnal “*Accerelating the Development of Offshore Renewable Energy Technologies*”

Penelitian IEA-RED dari Mott MacDonald, Atlantic Quay, Broomielaw, Glasgow G2 8JB, United Kingdom menjelaskan bahwa risiko teknis oleh semua teknologi energi laut terbarukan termasuk desain optimasi, kehandalan, instalasi dan dekomisioning, operasi dan pemeliharaan, koneksi jaringan dan integrasi. Investasi yang besar akan dibutuhkan di bidang infrastruktur onshore dan offshore dalam rangka untuk mengakomodasi ekspansi yang diharapkan dalam kapasitas pembangkit variabel dari proyek energi terbarukan. Topologi optimal ekspansi ini perlu dipertimbangkan pada benua daripada tingkat nasional atau tingkat *Eurocentric*. Perlakuan jaringan *offshore* pada tingkat supranasional harus bertujuan dalam jangka panjang.

Hambatan teknis yang diatasi tetapi biasanya berdampak biaya proyek offshore energi terbaru dan teknologi.

- Franke (1987) dalam jurnal “*Risk Analysis in Project Management*”

Penelitian Franke menjelaskan bahwa analisa risiko digunakan untuk meminimasi sebuah risiko. Franke menggunakan dua buah kasus untuk menunjukkan proses analisa risiko tersebut. Kasus dalam penelitian Franke adalah kasus pembangunan pembangkit listrik dan kasus pembangunan pabrik kimia.

Analisa risiko dalam penelitian Franke dimulai dari tahap identifikasi yang dilakukan dengan metode Delphi. Metode Delphi adalah metode diskusi dengan para ahli dalam bidang manajemen proyek untuk memperoleh profil risiko. Profil risiko yang diperoleh dianalisa dengan metode simulasi dengan beberapa scenario untuk memperbaiki profil risiko. Hasil penelitian Franke berupa scenario terbaik yang menghasilkan risiko yang minimum.

- Choi et al. (2004) dalam jurnal “*Risk Assessment Methodology for Underground Construction Projects*”

Choi et al. meneliti tentang penggunaan metodologi analisa risiko dalam pembangunan proyek kereta bawah tanah. Metodologi analisa risiko menurut Choi et al. dibagi menjadi empat tahap, yaitu: 1.) *Identifying Risks*, 2.) *Analysing Risks*, 3.) *Evakuating Risks*, and 4.) *Managing Risks*. *Identifying Risks* adalah proses mengenali risiko dan mengidentifikasi karakteristik risiko berdasarkan informasi yang diperoleh. *Analysing Risks* dan *Evaluating Risks* adalah proses menganalisa probabilitas dan potensi konsekuensi yang terjadi dan membentuk strategi untuk menanggulangi risiko tersebut. Setelah risiko diidentifikasi dan di analisa, strategi yang tepat untuk menanggulangi risiko tersebut dibentuk dalam tahap *Managing Risks*.

- AS/NZS 4360:2004 dalam “*Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004*”

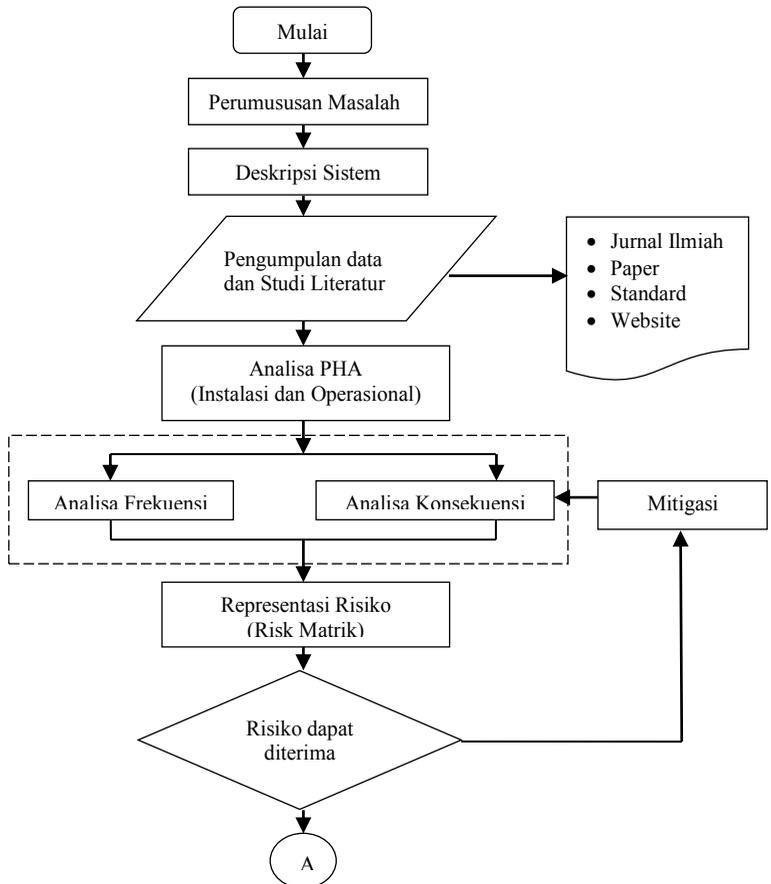
AS/NZS 4360:2004 merupakan sebuah standart international dalam manajemen risiko. AS/NZS 4360:2004 memberikan kerangka berpikir dalam manajemen risiko yang dapat diaplikasikan dalam berbagai macam organisasi.

Dalam AS/NZS 4360:2004 terdapat beberapa tahap. Tahapan tersebut yaitu: *Identify Risks, Analyse Risks, Evaluate Risks, dan Treat Riks*. *Identify Risk* adalah proses menemukan, mengenali dan medeskripsikan faktor yang menjadi risiko. *Analyse Risks* merupakan proses untuk memahami sifat risiko dan menentukan tingkatan risiko. *Evaluate Risks* adalah proses membandingkan hasil analisis risiko dengan kriteria risiko untuk menangani risiko, apakah risiko akan dihindari, diterima atau bahkan di transfer.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Pada bab III akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan masalah yang ada. Metodologi penelitian ini digunakan sebagai acuan sehingga penelitian dapat berjalan secara sistematis. Berikut adalah urutan pengerjaan dari penelitian tersebut.





3.1 Perumusan Masalah

Pada skripsi ini permasalahan yang diambil yaitu peletakan pembangkit listrik arus laut di Selat Nusa Penida, Bali memiliki bahaya apabila kesalahan peletakan, yang dapat mengakibatkan kerugian baik secara nominal dan mempengaruhi wilayah tempat tinggal penduduk sekitar.

Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian risiko untuk menentukan apakah risiko yang ditimbulkan dari bahaya pada peletakan instalasi dan saat operasional, maka dalam tahap ini dirumuskan masalah yang kemudian akan dicari penyelesaiannya melalui penelitian ini dinilai berdasarkan frekuensi dan konsekuensi, sehingga risiko langsung mendapatkan tindakan korektif atau mitigasi.

3.2 Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui referensi literatur yang dapat menunjang penulisan skripsi ini. Referensi yang diperlukan mengenai analisa risiko pada pembangkit listrik arus laut bila di letakkan di daerah perairan laut Nusa Penida dapat dicari melalui literatur sebagai berikut:

1. *Paper-paper* mengenai *Risk Analysis*
2. Standart-standart mengenai pembangkit listrik arus laut
3. Jurnal ilmiah penelitian terdahulu mengenai pembangkit listrik arus laut

4. *Website* dari penelitian terdahulu yang mengembangkan teknologi mengenai pembangkit listrik arus laut

Dari pengkajian studi literatur didapatkan untuk mempelajari metode dan teori yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu . Penjelasan Umum Pembangkit Listrik Arus Laut, Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Arus Laut, Perkembangan Teknologi Pembangkit Listrik Arus Laut di Dunia, Risiko, Jenis-jenis Risiko, Analisa Risiko, Penilaian Risiko, Manajemen Risiko, *Preliminary Hazard Analysis* (PHA), Identifikasi Frekuensi dan Konsekuensi, Risk Mapping, dan Mitigasi Risiko. Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam pengevaluasian risiko adalah PHA. Dalam variabel-variabel risiko yang biasanya terjadi dalam proyek pembangkit listrik arus laut yang nantinya akan dijadikan sebagai identifikasi awal kriteria risiko yang berdasarkan regulasi-regulasi internasional disesuaikan dengan rencana peletakan proyek pembangkit listrik arus laut di Nusa Penida, Bali.

3.3 Analisa *Preliminary Hazard Analysis* (PHA)

Pada tahap ini akan dilakukan pengavaluasian hasil identifikasi risiko dari tahap sebelumnya. Pengevaluasian Risiko ini dilakukan dengan menggunakan metode PHA (*Preliminary Hazard Analysis*). Dengan metode tersebut risiko dievaluasi berdasarkan 7 hal yaitu *Hazardous element*, *Triggering event 1*, *Hazardous condition*, *Triggering event 2*, *Potential accident*, *Effect*, dan *Corrective measures*.

3.4 Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi dilakukan dengan melakukan studi literatur pada riset-riset yang dilakukan sebelumnya dan pada

data yang telah ada. Tujuan analisa frekuensi ini adalah untuk mengetahui nilai probabilitas dari setiap kegagalan yang terjadi pada penelitian ini.

3.5 Analisa Konsekuensi

Analisa konsekuensi merupakan komponen yang sampai penting dalam skripsi ini dikarenakan akibat dari bahaya yang ditimbulkan akan menyebabkan beberapa kerugian yang harus ditanggung. Sehingga diperlukan untuk mengetahui akibat dari risiko tersebut dalam penelitian ini.

3.6 Representasi Risiko

Berdasarkan data yang telah diperoleh sebelumnya, selanjutnya akan dilakukan pengolahan data. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan pada pengolahan data. Pada bab ini, akan dilakukan pengolahan hasil data berdasarkan metode PHA. *Risk Mapping* tersebut dilakukan dengan menentukan nilai frekuensi dan konsekuensi terlebih dahulu yang kemudian dilakukan pemetaan hasil dari masing-masing nilainya. Berdasarkan hasil pemetaan risiko dapat mengetahui 3 nilai dari pemetaan risk mapping yaitu *high risk area*, *medium risk area* dan *low risk area*.

Pada penelitian peletakan pembangkit listrik arus laut ini menggunakan metode penelitian bersifat kualitatif, maka hasil *risk mapping* juga kualitatif karena sumber data penelitian kualitatif adalah tampilan yang berupa kata-kata lisan atau tertulis yang dicermati oleh peneliti yang tersirat dalam dokumen.

3.7 Analisa Mitigasi

Tahap ini dilakukan berdasarkan *risk causes*. *Risk causes* diperoleh dari pengambilan data historis perencanaan proyek

pembangkit listrik arus laut. Penentuan upaya mitigasi tersebut dilakukan dengan standart-standart dan penelitian terdahulu.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, akan disusun analisa terhadap hasil pengolahan data yang telah diperoleh sebelumnya, yaitu analisa risiko yang terjadi ketika terjadinya kegagalan pada perencanaan peletakan instalasi proyek pembangkit listrik arus laut, analisa ranking risiko berdasarkan hasil risk mapping dan analisa mitigasi perencanaan proyek pembangkit listrik arus laut dengan hasil akhirnya sebagai rekomendasi dari penelitian ini. Kesimpulan dan saran, dimana kesimpulan dan saran diberikan terhadap hasil analisa dan interpretasi yang telah dirumuskan sebelumnya. Kesimpulan yang dirumuskan menjawab tujuan dari penelitian, dan saran yang dirumuskan merupakan usulan bagi penelitian yang terkait dengan analisa risiko pembangkit listrik arus laut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

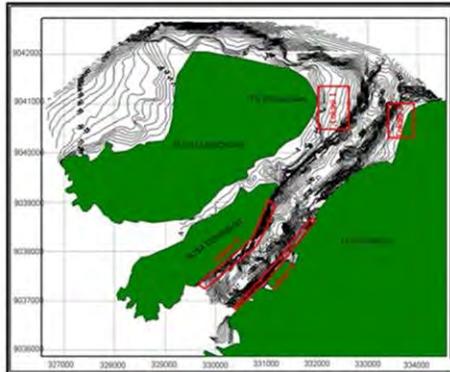
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahap pengumpulan data yang didapat dari objek amatan lalu dilakukan pengolahan data yang nantinya akan menjadi *input* pada tahap analisis di bab selanjutnya.

4.1 Data Penelitian

Data penelitian diperoleh melalui penelitian terdahulu secara global sesuai regulasi-regulasi internasional yang disesuaikan berdasarkan lokasi peletakan.

Pembangkit Listrik Arus Laut akan dipasang di 4 lokasi daerah Selat Nusa Penida-Bali yang sesuai percobaan dan penelitian memiliki kecepatan arus 0,5 – 3,4 m/s berkisar 12 jam dan 20 jam. Dapat dilihat lokasi perairan laut mengenai lokasi instalasi Pembangkit Listrik Arus Laut adalah sebagai berikut.

1. Lokasi 1 kedalam laut sebesar 5-50 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Lembongan sampai kedalaman laut 50 m jaraknya sekitar 500m-600 m.
2. Lokasi 2 kedalam laut sebesar 5-40 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Penida sampai kedalaman laut 40 m jaraknya sekitar 150m-250 m.
3. Lokasi 3 dan 4 kedalam laut diatas 50 m dan kondisinya sangat terjal. Sehingga dipilih untuk proses instalasi pada dua lokasi.



Gambar 4.1 Peta perencanaan peletakan pembangkit listrik arus laut

Perencanaan teknis ponton untuk Pembangkit Listrik Arus Laut memiliki dimensi utama sebagai berikut.

1. Spesifikasi *Prototype* Turbin

- Type turbin *darrieus* H
- Diameter 2,0 m dan *span* 2,0 m
- Jumlah *blade* 3 buah
- *Solidity* 0,4
- *Capacity* 2 kW at *Current Span* 1,6 m/s (eff = 25%)

2. Spesifikasi *Prototype*

- Jenis *Prototype* Terapung
- Jenis Lambung Katamaran

Direncanakan sesuai dengan desain pembanding dimensi berikut:

- Lwl : 12 m
- B : 6 m
- T : 0.9 m

4.2 Penentuan Standart

Setiap sektor energi tidak sama sehingga pada pembangkit listrik arus laut di dalam perkembangannya dan tidak sama pada pembuatan konsensus kode dan standart industrinya. Ada praktik menggunakan dengan *offshore* industri oil dan gas, petunjuk yang baru dikembangkan dengan Lembaga Klasifikasi dan petunjuk-petunjuk dan standart yang dikembangkan oleh USA pada komunitas konversi tenaga listrik arus laut, semua harus mempunyai beberapa aplikasi untuk perkembangan dari regulasi pemerintahan perlengkapan konversi energi arus dan gelombang. Upaya sekarang ini dibawah Tugas Komite IEC-114 untuk perkembangan standart konsensus industri untuk dukungan international.

Berdasarkan tinjauan, ada kode-kode dan standart yang dikembangkan untuk industri *offshore*, dan kode-kode baru dan standart-standart yang akan dikembangkan dalam eropa untuk teknologi baru pendataan secara rinci, maka diseleksi untuk mengikuti list pada dokumen-dokumen dapat dipakai untuk industri konversi energi gelombang dan arus:

1. *ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts*
2. *ABS – Guide for Risk Evaluations for the Classification of Marine-Related Facilities*
3. *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*
4. *BV - Rules for Classification Mooring Systems for permanents offshore*
5. *API RP SK – Stationkeeping Systems for Floating Structures*

6. *CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development*
7. *DNV-OS-C301 – Stability and Watertight Integrity*
8. *DNV-OS-D101 – Marine Machinery Systems and Equipment*
9. *DNV-OSS-D201 – Electrical Installations*
10. *DNV-OSS-312 – Certification of Tidal and Wave Energy Converters*
11. *DNV-RP-A203 Qualification Procedures for New Technology*
12. *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*
13. *EMEC – Assessment of Performance of Tidal Energy Conversion Systems*
14. *EMEC – Assessment of Performance of Wave Energy Conversion Systems*
15. *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*
16. *EMEC – Guidelines for Manufacturing, Assembly, and Testing of Marine Energy Conversion Systems*
17. *EMEC – Guidelines for Marine Energy Converter Certification Schemes*
18. *EMEC - Guidelines for Grid Connection of Marine Energy Conversion Systems*
19. *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*
20. *EMEC – Guidelines on Reliability, Maintainability and Survivability of Marine Energy Conversion Systems*

21. *EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry*
22. *EMEC –Tank Testing of Wave Energy Converters (scoping document)*
23. *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*
24. *HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol*
25. *IALA Recommendation O-139 – Marking of Man-Made Offshore Structures*
26. *IEA OES Annex II – Development of Recommended Practices for Testing and Evaluating Ocean Energy Systems*
27. *IMCA AODC 35 – Code of Practice for the Safe Use of Electricity Under Water*
28. *ISO 2394:1998 General Principles on Reliability of Structures*

Standart ABS digunakan dalam komunitas energi laut, tetapi tidak banyak digunakan oleh pelayaran dan industri minyak dan gas lepas pantai di AS, yang mengandalkan A PI yang direkomendasikan. Sebagian aturan mereka untuk instalasi pembangkit listrik arus laut duplikasi dengan yang terkandung dalam API dan DNV. Untuk alasan ini, hanya catatan panduan ABS mengenai pembangkit listrik arus laut untuk konsep baru dan evaluasi risiko telah dimasukkan.

American Petroleum Institute direkomendasikan sudah diterima oleh industri lepas pantai dan industri pembangkit listrik arus laut. API RP untuk instalasi listrik tidak cukup umum

untuk aplikasi dalam lingkungan perairan laut, sehingga standar DNV lebih umum telah dikutip sebagai gantinya.

BV, seperti ABS dan DNV, telah proaktif dalam mengembangkan aturan untuk industri energi terbarukan dengan aturan yang sudah diterbitkan khususnya turbin arus laut.

Standart DNV mengenai pembangkit listrik arus laut yang banyak digunakan dalam desain dan instalasi, serta dasar seperti stabilitas, integritas kedap air, fabrikasi, dan mesin, berlaku untuk perangkat baru. DNV telah proaktif dalam mengembangkan pedoman yang secara khusus menangani konverter energi gelombang.

EMEC telah berada di garis depan dalam upaya mengembangkan pedoman khusus menangani gelombang dan arus pengembangan konversi energi. Dokumen mereka akan menjadi dasar bagi *draft* standar baru IEC.

GL, seperti DNV, telah proaktif dalam mengembangkan aturan untuk industri energi terbarukan dengan aturan yang sudah diterbitkan untuk turbin angin dan turbin arus laut.

Organisasi-organisasi internasional, seperti IALA, IEA, IMCA dan ISO telah dikembangkan standar untuk penggunaan internasional.

Tabel 4.1 m emberikan ringkasan dari praktek-praktek yang berlaku, pedoman dan standar di bidang-bidang berikut:

- Cakupan
- Meliputi (desain, bahan, konstruksi, pemeliharaan, operasi dan dekomisioning)

- Penerapan
- Pengembangan dan Organisasi dokumen

Halaman ini sengaja dikosongkan

Tabel 4.1 Ikhtisar Standart

Standart	Cakupan	Meliputi	Penerapan	Pembangunan dan Organisasi
ABS 116 - Dokumen mengenai ulasan dan persetujuan konsep	Pedoman untuk aplikasi dengan tingkat tinggi; alternatif untuk aturan ABS persyaratan disarankan untuk menggunakan panduan untuk evaluasi risiko. Termasuk beberapa cara mendefinisikan konsep menyediakan <i>checklist</i> untuk membantu mengidentifikasi. Juga termasuk deskripsi konsep baru proses persetujuan.	Desain, bahan, dan pemeliharaan	ABS merupakan salah satu kelas terbesar dengan pedoman digunakan secara internasional.	Diterbitkan pada bulan Juni 2003; digunakan untuk membantu mengembangkan operator pembangkit listrik arus laut dan fasilitas. ABS ditugaskan oleh pemerintah US dan USCG untuk bertindak dalam banyak hal maritim yang berhubungan langsung dengan keselamatan hidup di laut.
ABS 117 - Evaluasi risiko untuk klasifikasi fasilitas	Berlaku untuk kelautan terkait fasilitas dengan desain karakteristik yang mencakup cara alternatif kepatuhan untuk ABS aturan klasifikasi. Termasuk deskripsi risiko, proses evaluasi, dan rinci penjelasan dari setiap langkah dari proses. Juga meliputi perbandingan dibandingkan penilaian risiko <i>absolute</i> .	Desain	ABS merupakan salah satu kelas terbesar dengan pedoman digunakan secara internasional.	Diterbitkan pada bulan Juni 2003; digunakan untuk membantu mengembangkan operasional pembangkit listrik arus laut dan fasilitas.
BV Chapter 1 - Perencanaan, merancang, dan membangun struktur pembangkit listrik arus laut – <i>Stress</i> material dan desain	Berisi prinsip desain <i>engineering</i> dan praktek-praktek yang berevolusi selama pengembangan pembangkit listrik arus laut. Termasuk pemilihan lokasi, kondisi pembebanan, analisis kelelahan, desain, dan faktor lainnya.	Desain, bahan, dan konstruksi.	Banyak digunakan dalam industri pengembangan pembangkit listrik arus laut. Ada fasilitas dikonversi menggunakan alternatif seperti energi terbarukan.	Diterbitkan pada terbaru Mei 2015.

Standart	Cakupan	Meliputi	Penerapan	Pembangunan dan Organisasi
BV- Pemeriksaan <i>mooring</i> untuk struktur mengambang	Termasuk prosedur untuk perencanaan, desain <i>mooring</i> dan pemeriksaan. Juga pedoman apakah akan menolak, memperbaiki, atau mengganti <i>mooring</i> . Secara khusus tidak mengatasi faktor ketegangan keamanan dan kelelahan, meskipun beberapa diskusi diberikan terhadap korosi.	Desain, konstruksi, pemeriksaan.	Banyak digunakan dalam industri pembangkit listrik arus laut. Sistem <i>mooring</i> yang diperlukan untuk struktur pembangkit listrik arus laut dengan model tertentu; praktek yang sama bisa diterapkan untuk energi terbarukan pada fasilitas.	Diterbitkan pada terbaru April 2012.
API RP 2SK - desain dan analisis untuk struktur mengambang pada <i>mooring</i>	Menyajikan metode rasional untuk menganalisis, merancang atau mengevaluasi sistem <i>mooring</i> digunakan dengan unit mengambang. Menyediakan seragam alat analisis yang, ketika dikombinasikan dengan beberapa faktor, bisa digunakan untuk menentukan kecukupan dan keamanan sistem <i>mooring</i> . Beberapa desain pedoman untuk posisi dinamis sistem juga termasuk.	Desain dan analisa	Banyak digunakan dalam industri perkembangan teknologi pembangkit listrik arus laut. Sistem <i>mooring</i> yang diperlukan untuk banyak struktur pembangkit listrik arus laut; praktek yang sama bisa diterapkan untuk energi terbarukan fasilitas.	Pertama kali diterbitkan Juni 1995. Diperbarui Mei 2008. Di bawah yurisdiksi dari subkomite API pada struktur lepas pantai.

Standart	Cakupan	Meliputi	Penerapan	Pembangunan dan Organisasi
Ciria C666 - Pedoman penggunaan data <i>metaocean</i> melalui kehidupan siklus dari laut terbarukan energi pengembangan	Dikembangkan untuk mengidentifikasi dan merekomendasikan penggunaan data <i>metaocean</i> . Termasuk <i>review</i> tipe data <i>metaocean</i> , data sumber dan mengidentifikasi pentingnya data yang baik manajemen.	Desain, konstruksi, instalasi, operasi, pemeliharaan dan dekomisioning	Ciria adalah penelitian konstruksi dari industri dan asosiasi energi laut Inggris. Berlaku untuk kedua arus dan gelombang perangkat energi.	Diterbitkan tahun 2008.
DNV-OS-C301 - Stabilitas dan integritas kedap air	Memberikan persyaratan yang terkait dengan parameter desain instalasi pembangkit listrik arus laut: daya apung, rancangan di berbagai mode layanan, kedap air dan penutupan kedap air dari eksternal, kedap air internal yang integritas, kondisi ringan dan <i>loading</i> .	Desain	DNV adalah salah satu kelas terbesar dengan pedoman yang digunakan secara internasional.	Diterbitkan pada bulan Oktober 2008. Diperbarui pada bulan April 2009.
DNV-OS-D101 - Sistem permesinan dan peralatan	Menyediakan prinsip, teknis persyaratan, dan bimbingan untuk desain, manufaktur dan instalasi pembangkit listrik arus laut serta sistem permesinan dan peralatan untuk mengambang instalasi pembangkit listrik arus laut.	Desain, konstruksi, dan instalasi.	DNV adalah salah satu kelas terbesar dengan pedoman digunakan secara internasional.	Diterbitkan pada bulan Oktober 2008. Versi diperbarui Oktober 2013.
DNV-OSS-D201 - Instalasi listrik	Termasuk rekomendasi tentang desain sistem listrik, peralatan seperti listrik <i>transformer</i> , <i>semi-konduktor</i> konverter, dan kabel, serta pedoman instalasi. Juga menyentuh sertifikasi prosedur.	Desain, konstruksi, instalasi, operasi, dan pemeliharaan.	DNV adalah salah satu kelas terbesar pedoman digunakan secara internasional.	Diterbitkan Januari 2008. Versi diperbarui April 2013.

Standart	Cakupan	Meliputi	Penerapan	Pembangunan dan Organisasi
DNV-OSS-312 - Sertifikasi tidal dan konverter energi gelombang	Menjelaskan sertifikasi diperlukan prosedur. Mengacu pada pedoman desain dan operasi untuk standar sertifikasi. Juga mencakup persyaratan untuk produsen atau pemasok lain ditugaskan sertifikasi, sebagai serta format untuk disampaikan dokumentasi.	Desain, bahan, konstruksi, instalasi, operasi, dan pemeliharaan.	DNV adalah salah satu kelas terbesar dengan pedoman digunakan secara internasional.	Diterbitkan Oktober 2008. Koreksi kecil dan revisi yang akan diterbitkan dua kali setahun; tidak ada.
DNV - RP-A203 Kualifikasi prosedur teknologi baru	Menyediakan pendekatan sistematis untuk kualifikasi baru teknologi, memastikan bahwa fungsi teknologi andal dalam limit. Aplikasi ditentukan untuk komponen, peralatan dan perakitan pembangkit listrik arus laut.	Desain, instalasi, operasi, dan pemeliharaan.	DNV adalah salah satu kelas terbesar dengan pedoman digunakan secara internasional.	Dikembangkan di 2000 dan 2001 kerjasama dengan industri sebagai bagian dari Norwegia pada Program <i>Research Council</i> , DEMO tahun 2000. Diterbitkan pada tahun 2001.
DNV - Pedoman pada konverter desain dan operasi gelombang energi	Memberikan panduan tentang penerapan kode dan standar yang ada untuk gelombang perangkat konversi energi. Termasuk saran tentang materi seleksi, desain struktural, dan sistem <i>mooring</i> . Juga mengandung pertimbangan keselamatan, listrik & peralatan mekanik, dan instrumentasi, serta persyaratan manufaktur dan saran operasi.	Desain, bahan, konstruksi, instalasi, operasi, dan pemeliharaan.	DNV adalah salah satu kelas terbesar dengan pedoman digunakan secara internasional.	Ditugaskan oleh <i>Carbon Trust</i> selama 2004-2005 dan diterbitkan Mei 2005.
EMEC - Pedoman desain energi dasar laut dan sistem konversi	Menganggap tidak hanya manufaktur, pengujian, operasi dan pemeliharaan, tetapi juga transportasi, instalasi, situasi darurat, dan dekomisioning. Meliputi semua subsistem dari energi laut perangkat seperti kontrol dan mekanisme perlindungan, internal yang sistem listrik, mekanik dan sistem hidrolik, dan struktur.	Desain, bahan, konstruksi, instalasi, operasi, dan pemeliharaan	Pedoman maju khusus untuk energi laut terbaru di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah pembangunan EMEC sejak tahun 2007. Pemerintah Skotlandia yang didukung fasilitas penelitian yang berbasis di Stromness, Orkney yang memfasilitasi dan koordinat perkembangan dari standar atas nama industri energi laut terbaru.

Standart	Cakupan	Meliputi	Penerapan	Pembangunan dan Organisasi
EMEC - Pedoman Skema sertifikasi konverter energi laut	Menyediakan satu set standar papan sertifikasi harus mengikuti dan pengembang harus mencari ketika mencoba sertifikasi dari perangkat. Termasuk kiriman dari pengembang seperti desain laporan penilaian dan survei, seperti serta sertifikat dihargai, seperti jenis dan proyek sertifikat.	Desain, bahan, konstruksi, operasi, dan pemeliharaan	Pedoman khusus untuk energi laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah berada di pembangunan dengan EMEC sejak tahun 2007.
EMEC - Pedoman manufaktur, perakitan, dan pengujian sistem konversi energi laut	Menentukan persyaratan faktor dasar pengujian perangkat energi laut; digunakan sebagai desain verifikasi perangkat. Termasuk pembahasan las, keselamatan, dan evaluasi bahan. Menjelaskan beberapa bentuk pengujian, seperti kinerja mekanik. Juga termasuk diskusi berbagai lapisan permukaan.	Desain, bahan, instalasi, dan operasi	Pedoman khusus untuk energy laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan international.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah berada di pembangunan dengan EMEC sejak tahun 2007.
EMEC - Pedoman <i>Grid Connection</i> sistem konversi energi laut	Mendefinisikan rekayasa dan aspek keselamatan listrik dengan jaringan di sub-stasiun energi laut. Menetapkan tanggung jawab pada antarmuka dan prosedur untuk kepatuhan dengan persyaratan kualitas daya. Juga membahas isu-isu <i>spesifik grid connection</i> .	Desain, operasi, pemeliharaan	Pedoman khusus untuk energi laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah berada di pembangunan dengan EMEC sejak tahun 2007.
EMEC - Pedoman kesehatan dan keselamatan di Industri energi laut	Menyediakan beberapa langkah untuk kesehatan dan prosedur keselamatan, termasuk kebijakan, pelaksanaan, organisasi, identifikasi risiko, pelatihan, pengendalian operasional, kesiapsiagaan darurat dan respon, dan kinerja <i>monitoring</i> . Juga mempertimbangkan kondisi cuaca dan perencanaan navigasi.	Desain, instalasi, operasi, dan pemeliharaan	Pedoman khusus untuk energi laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Oktober 2008.

Standart	Cakupan	Meliputi	Penerapan	Pembangunan dan Organisasi
EMEC - Pedoman keandalan, perawatan dan pemeriksaan sistem konversi energi laut	Dasar desain, dan pedoman keselamatan dan kesehatan. Membahas berbagai teknis dan operasional faktor yang mempengaruhi keandalan, perawatan dan pemeriksaan, bagaimana mencapai persyaratan jaminan, dan berbagai cara untuk mengurangi risiko. Juga termasuk metode meningkatkan keandalan, perawatan dan pemeriksaan.	Desain dan operasi	Pedoman khusus untuk energi laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah berada di pembangunan dengan EMEC sejak tahun 2007.
EMEC - Pedoman pembangunan proyek di industri energi laut	Mendefinisikan pemeriksaan pengembangan dan mengidentifikasi tanggung jawab utama untuk proyek-proyek energi laut. Termasuk daftar tahapan proyek seperti pengembangan, instalasi, operasi dan pemeliharaan, dan dekomisioning. Juga membahas langkah-langkah penting dalam setiap tahap seperti pencocokan teknologi dengan situs yang berbeda, infrastruktur dan logistik, pengangkutan pembangkit listrik arus laut dengan kapal, dan masalah keamanan.	Desain, instalasi, operasi, dan pemeliharaan	Pedoman khusus untuk energi laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah berada di pembangunan dengan EMEC sejak tahun 2007. Sebuah rancangan yang dikembangkan oleh <i>Halcrow Group</i> untuk EMEC dikeluarkan Juli 2008.
EMEC - Penilaian kinerja sistem konversi energi gelombang	Membahas pertimbangan untuk mengukur kinerja, seperti tes, pengukuran gelombang, sistem <i>output</i> daya, dan pengukuran meteorologi – semua untuk lokasi uji laut terbuka. Juga termasuk pedoman untuk pelaporan data.	Prosedur pengujian	Pedoman khusus untuk energi laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah berada di pembangunan dengan EMEC sejak tahun 2007.
EMEC - Penilaian kinerja sistem konversi energi tidal	Membahas pertimbangan untuk mengukur kinerja, seperti tes, pengukuran saat ini, dan sistem <i>output</i> daya. Juga termasuk pedoman untuk pelaporan data.	Prosedur pengujian	Pedoman khusus untuk energi laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah berada di pembangunan dengan EMEC sejak tahun 2007.

Standart	Cakupan	Meliputi	Penerapan	Pembangunan dan Organisasi
EMEC - Pengujian konverter tanngki energi gelombang	Memberikan pedoman untuk meningkatkan hasil dari pengujian tangki. Termasuk tes gelombang serta penggunaan yang tepat dari reguler dan energi laut tidak teratur. Juga membahas uji peralatan, seperti prototipe, laboratorium, dan data akuisisi <i>hardware</i> .	Desain, uji prosedur	Pedoman khusus untuk energi laut terbarukan di Inggris, Eropa, dan internasional.	Diterbitkan pada bulan Januari 2009 setelah berada di pembangunan dengan EMEC sejak tahun 2007.
<i>Germanischer Lloyd</i> - Aturan dan Pedoman IV: Industri Layanan Bagian 14 - Ditetapkan dalam pedoman untuk Sertifikasi konverter energi laut Bagian 1: Turbin laut	Memberikan aturan dasar untuk desain dan keamanan perangkat energi laut serta prosedur dan keselamatan pengguna pedoman. Berikut hasil aturan di persetujuan dan sertifikasi. Termasuk prosedur yang diperlukan baik tipe sertifikasi dan sertifikasi proyek. Sertifikasi prosedur yang diambil dari pedoman untuk sertifikasi <i>offshore</i> turbin angin.	Desain, bahan, konstruksi, instalasi, operasi, dan pemeliharaan	<i>Germanischer Lloyd</i> merupakan salah satu kelas terbesar dengan pedoman digunakan secara internasional.	Disusun pada tahun 2005; pedoman yang digunakan sebagai dasar terakhir diperbarui pada 2007.
HMRC - Samudera Energi: Pengembangan dan evaluasi protokol	Pengembangan dan evaluasi protokol khusus disesuaikan untuk kemajuan perangkat energi gelombang.	Desain, uji prosedur	Protokol ini membahas jenis perangkat apung atau generasi SKEA up untuk prototipe atau pilot tanaman.	Diterbitkan pada tahun 2003.

Standart	Cakupan	Meliputi	Penerapan	Pembangunan dan Organisasi
IALA O-139 – Rekomendasi menandai perangkat <i>offshore</i> energi gelombang dan pasang surut	Pedoman dimaksudkan untuk <i>stakeholder</i> seperti administrasi, serta kontraktor. Daftar situasi membutuhkan pelampung navigasi, serta sebagai cat yang tepat, top-tanda, lampu. Juga termasuk pertimbangan selama konstruksi, seperti radio peringatan navigasi, serta menasihati rencana kontingensi.	Konstruksi, operasi, dan pemeliharaan	Pedoman khusus untuk menandai energi laut terbarukan pada fasilitas konversi.	Diterbitkan Desember 2008. IALA, <i>on-laba</i> organisasi; koordinat perbaikan visual di seluruh dunia. Majelis Umum dari IALA memenuhi sekitar setiap 4 tahun; Dewan dengan 20 anggota bertemu dua kali setahun untuk mengawasi program berkelanjutan.
IEA OES Annex II - Perkembangan dari direkomendasikan praktek untuk pengujian dan mengevaluasi sistem energi laut	Praktek rekomendasi untuk pengujian dan mengevaluasi sistem energi laut untuk meningkatkan banding hasil eksperimental.	Prosedur pengujian	Departemen Energi di Amerika Serikat berpartisipasi dalam perkembangan pembangkit listrik arus laut.	Diterbitkan pada Agustus 2010. Dalam 2006 Eksekutif Komite IEA-OES setuju untuk memperpanjang lampiran ke alamat <i>prototype</i> .
IMCA AODC 35 - Kode etik untuk penggunaan yang aman listrik di perairan laut	Membahas berbagai aplikasi listrik di perairan laut dan bahaya yang timbul dari masing-masing, misalnya sengatan listrik, permukaan yang panas, atau busur listrik. Juga termasuk rekomendasi untuk seleksi, instalasi dan pemeliharaan aparat keamanan. Khusus catatan diuraikan langkah-langkah mungkin tidak memadai untuk awak permukaan.	Desain, instalasi, dan operasi	Standart internasional yang menerapkan untuk operasi penggunaan listrik	Diterbitkan Januari 1985 AODC dilebur ke dalam IMCA, asosiasi internasional perdagangan mewakili lepas pantai, perusahaan rekayasa kelautan dan dasar laut.
ISO 2394: 1998 Prinsipal umum atas struktur keandalan	Menentukan pelaku umum untuk verifikasi struktur keandalan mengalami diketahui atau jenis mendatang pasukan.	Desain, instalasi, operasi, dan pemeliharaan	Standar internasional dimaksudkan untuk melayani sebagai dasar standar nasional dari penelitian.	Edisi kedua diterbitkan pada tahun 1998 menggantikan edisi pertama dari tahun 1996.

4.3 Hazard Identification

Identifikasi risiko ini dilakukan untuk menunjukkan yang standar yang ada dapat terbaik digunakan untuk menginformasikan perkembangan peraturan baru atau untuk menginformasikan perkembangan berkelanjutan pembangkit listrik arus laut di Nusa Penida. Dari 28 standar yang berbeda meringkas dalam tabel 4.1, hanya segelintir memberikan bimbingan substantif pada setiap kriteria yang diberikan, dan banyak juga tidak membahas kriteria risiko tertentu atau tidak memberikan bimbingan substantif luar yang menyatakan bahwa kriteria risiko harus ditangani.

A. Kriteria risiko desain

Berikut ini adalah daftar kriteria yang harus dimasukkan dalam peraturan untuk desain pembangkit listrik arus laut:

1. *Platform* pada sistem *floating* (mengambang)
 - Pemilihan lokasi dan survei
 - Data lingkungan (kondisi perairan laut)
 - Data geoteknik
 - Transportasi dan instalasi
 - Stabilitas *hull* (lambung *platform*)
 - Analisis struktur, tekanan dan beban
 - Penilaian *fatigue* pada *load platform*
 - Kriteria mengontrol kondisi korosi
 - Akses untuk operasi dan pemeliharaan
 - Sistem *mooring*
2. Sistem konversi daya turbin darrieus tipe H
 - i. *Rotor shaft*
 - Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi

- Komponen mesin
- ii. Generator listrik
- iii. *Gear box*
 - Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
 - Komponen mesin
- iv. *Coupling chamber*
 - Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
 - Komponen mesin
- v. *Blade hidrofoil*
 - Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
- vi. *Support arms*
 - Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
- vii. Kabel Transmisi
 - Pilihan rute kabel berdasarkan survei lokasi
 - Standar komponen / bahan
 - Kriteria desain kabel transmisi
- viii. Sistem *Auxiliary*
 - Kontrol pengawas dan data akuisisi
 - Sistem keselamatan darurat

B. Kriteria risiko pemodelan dan pengujian

Ruang lingkup perangkat pemodelan dan pengujian standar harus mengatasi subyek berikut:

1. Jenis pengujian dan uji program
2. Model tes skala kecil (uji coba di laboratorium)
3. *Prototype* atau model tes skala besar (di perairan laut)

C. Kriteria risiko konstruksi perangkat, transportasi dan instalasi

Ruang lingkup kriteria konstruksi perangkat, transportasi dan instalasi maka standar harus membahas subyek berikut:

1. Bahan dan komponen kualifikasi atau pengujian penerimaan
2. Fabrikasi struktural *platform*
3. Mesin dan peralatan pada instalasi
4. Transportasi

D. Kriteria risiko operasi perangkat

Ruang lingkup kriteria operasi perangkat maka standar harus membahas subyek berikut:

1. Perencanaan, penjadwalan dan inspeksi
2. Platform sistem *floating* (mengambang)
3. Sistem mooring
4. Sistem konversi daya turbin *darrieus* tipe H
5. Kabel transmisi
6. Sistem *auxiliary*

E. Kriteria dekomisioning

Kriteria dalam Bagian C juga berlaku untuk dekomisioning.

Regulasi-regulasi internasional menentukan persyaratan untuk berbagai kriteria risiko. Regulasi-regulasi internasional yang diandalkan untuk menyatakan bahwa desain struktur adalah "sesuai dengan praktek rekayasa yang diterima."

Daftar berikut kriteria risiko menunjukkan ada standar yang paling relevan untuk setiap kriteria. Standar yang ada yang relevan diberi label baik P untuk "Primer" atau S untuk "Sekunder", standar primer harus menjadi yang pertama berkonsultasi dan digunakan untuk diberikan kriteria risiko. Standar sekunder memberikan informasi tambahan tidak dibahas dalam standar primer. Penunjukan S_W mengacu “standar sekunder diarahkan semata-mata terhadap perangkat gelombang energi”, dan penunjukan S_C mengacu pada “standart sekunder diarahkan semata-mata terhadap turbin saat terendam”.

Entri untuk setiap standar di suatu kriteria risiko tertentu yang dimasukkan dalam *Preliminary Hazard Analysis*, standar primer atau sekunder direkomendasikan berdasarkan kepentingan proyek pembangkit listrik arus laut sesuai regulasi-regulasi internasional dan penelitian terdahulu, dalam penelitian ini di fokuskan pada peletakan lokasi pembangkit listrik arus laut.

A. Kriteria risiko pada desain

1. *Platform* pada sistem *floating* (mengambang)

- Pemilihan lokasi dan survei

Primer:

- ❖ *DNV-OSS-312 – Certification of Tidal and Wave Energy Converters*

Sekunder:

- ❖ *EMEC – Guidelines for Manufacturing, Assembly, and Testing of Marine Energy Conversion Systems*

- Data lingkungan (kondisi perairan laut)

Primer:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*

S_w:

- ❖ *DNV-OSS-312 – Certification of Tidal and Wave Energy Converters*
- ❖ *EMEC – Assessment of Performance of Wave Energy Conversion Systems*

S_c:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*
- ❖ *EMEC – Assessment of Performance of Tidal Energy Conversion Systems*

- Data geoteknik

Primer:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*

Sekunder:

- ❖ *EMEC – Guidelines for Manufacturing, Assembly, and Testing of Marine Energy Conversion Systems*

- Penilaian *fatigue* pada load platform

Primer:

- ❖ *IEA OES Annex II – Development of Recommended Practices for Testing and Evaluating Ocean Energy System*

- ❖ *ISO 2394: 1998 General Principles on Reliability of Structures*

Sekunder:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

- Kriteria mengontrol kondisi korosi

Primer:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

Sekunder:

- ❖ *DNV-OS-D201 - Electrical Installations*

- Akses untuk operasi dan pemeliharaan

Primer:

- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*

Sekunder:

- ❖ *ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts*

- ❖ *CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development*

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

- ❖ *DNV-OS-C301 – Stability and Watertight Integrity*

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

- Analisis struktur, tekanan dan beban

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

- ❖ *ISO 2394: 1998 General Principles on Reliability of Structures*

Sekunder:

- ❖ *DNV-OS-D201 - Electrical Installations*

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*

- ❖ *EMEC – Guidelines for Marine Energy Converter Certification Schemes*

- Stabilitas *hull* (lambung *platform*)

Primer:

- ❖ *DNV-OS-C301 – Stability and Watertight Integrity*

Sekunder:

- ❖ *DNV-OS-D201 - Electrical Installations*

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*

- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

- Sistem *mooring*

Primer:

- ❖ *API RP SK – Stationkeeping Systems for Floating Structures*

Sekunder:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*
- ❖ *DNV-OSS-312 – Certification of Tidal and Wave Energy Converters*
- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*
- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*
- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

2. Sistem Konversi Daya

i. Rotor Shaft

- Desain

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*

- Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi

Primer:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

Sekunder:

- ❖ *CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development*

- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*

- **Komponen mesin**

Primer:

- ❖ *Germanisher Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*

- ii. **Generator listrik**

Primer:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

- ❖ *Germanisher Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *IMCA AODC 35 – Code of Practice for the Safe Use of Electricity Under Water*

iii. *Gear box*

- Desain

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

- Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi

Primer:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

Sekunder:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

- Komponen mesin

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

iv. *Coupling chamber*

- Desain

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*

- Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi

Primer:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

Sekunder:

- ❖ *CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development*

- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*

- Komponen mesin

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*

- v. *Blade hydrofoil*

- Desain

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*

- Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi

Primer:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

Sekunder:

- ❖ *CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development*

- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*

- Komponen mesin

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*

vi. *Support arms*

- Desain

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*

- Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi

Primer:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*
- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*

Sekunder:

- ❖ *CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development*
- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*

- Komponen mesin

Primer:

- ❖ *Germanisher Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *BV Chapter 1 – Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines*

vii. Kabel transmisi

- Pilihan rute kabel berdasarkan survei lokasi

Primer:

- ❖ *EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry*

Sekunder:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*
- ❖ *EMEC - Guidelines for Grid Connection of Marine Energy Conversion Systems*

- Standart komponen dan bahan

Primer:

- ❖ *IMCA AODC 35 – Code of Practice for the Safe Use of Electricity Under Water*

Sekunder:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*
- ❖ *Germanisher Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

- Kriteria desain kabel transmisi

Primer:

- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*
- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*
- ❖ *DNV-OSS-D201 – Electrical Installations*
- ❖ *IMCA AODC 35 – Code of Practice for the Safe Use of Electricity Under Water*

Sekunder:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*
- ❖ *EMEC - Guidelines for Grid Connection of Marine Energy Conversion Systems*

viii. Sistem Auxiliary

- Kontrol Pengawas dan data akuisisi

Primer:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*
- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *DNV-OSS-D201 – Electrical Installations*
- ❖ *IMCA AODC 35 – Code of Practice for the Safe Use of Electricity Under Water*

- ❖ *EMEC - Guidelines for Grid Connection of Marine Energy Conversion Systems*
 - ❖ *EMEC – Assessment of Performance of Wave Energy Conversion Systems*
 - ❖ *EMEC – Assessment of Performance of Tidal Energy Conversion Systems*
 - ❖ *API RP SK – Stationkeeping Systems for Floating Structures*
- Sistem keselamatan darurat
 - Primer:
 - ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*
 - ❖ *EMEC – Guidelines for Marine Energy Converter Certification Schemes*
 - ❖ *IALA Recommendation O-139 – Marking of Man-Made Offshore Structures*
 - Sekunder:
 - ❖ *DNV-OSS-D201 – Electrical Installations*
 - ❖ *DNV-OSS-312 – Certification of Tidal and Wave Energy Converters*

B. Kriteria risiko permodelan dan pengujian

1. Jenis pengujian dan uji program

Primer:

- ❖ *EMEC – Guidelines on Reliability, Maintainability and Survivability of Marine Energy Conversion Systems*

Sekunder:

- ❖ *DNV-OSS-312 – Certification of Tidal and Wave Energy Converters*
- ❖ *DNV-RP-A203 Qualification Procedures for New Technology*

2. Model tes skala kecil (uji coba di laboratorium)

Primer:

- ❖ *IEA OES Annex II – Development of Recommended Practices for Testing and Evaluating Ocean Energy Systems*
- ❖ *HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol*

Sekunder:

- ❖ *API RP SK – Stationkeeping Systems for Floating Structures*

Sw:

- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*
- ❖ *EMEC –Tank Testing of Wave Energy Converters (scoping document)*

3 *Prototype* atau model tes skala besar (di perairan laut)

Primer:

- ❖ *HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol*
- ❖ *EMEC – Assessment of Performance of Tidal Energy Conversion Systems*
- ❖ *EMEC – Assessment of Performance of Wave Energy Conversion Systems*

Sekunder:

- ❖ *IEA OES Annex II – Development of Recommended Practices for Testing and Evaluating Ocean Energy Systems*

C. Kriteria risiko konstruksi, transportasi dan instalasi

1. Bahan material dan komponen kualifikasi atau pengujian penerimaan

Primer:

- ❖ *ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts*
- ❖ *ISO 2394:1998 General Principles on Reliability of Structures* (pengujian bahan struktural)
- ❖ *DNV-OSS-D201 – Electrical Installations* (pengujian peralatan listrik dan kabel)

2. Fabrikasi struktural *platform*

Primer:

- ❖ *EMEC – Guidelines for Manufacturing, Assembly, and Testing of Marine Energy Conversion Systems*

3. Mesin dan peralatan instalasi

Primer:

- ❖ *ABS – Guide for Risk Evaluations for the Classification of Marine-Related Facilities*

Sekunder:

- ❖ *DNV-OSS-D201 – Electrical Installations*
(peralatan listrik dan kabel)

4. Transportasi

Primer:

- ❖ *EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems*
- ❖ *DNV – Guideline for Wave Energy Converters*
- ❖ *Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines*

Sekunder:

- ❖ *CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development*
- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*

D. Kriteria risiko operasi, inspeksi, pemeliharaan, dan perbaikan

1. Perencanaan, penjadwalan dan inspeksi

Primer:

- ❖ *EMEC – Guidelines for Marine Energy Converter Certification Schemes*
- ❖ *DNV-OSS-312 – Certification of Tidal and Wave Energy Converters*

Sekunder:

- ❖ *CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development*
- ❖ *EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry*
- ❖ *ISO 2394:1998 General Principles on Reliability of Structures*

2. Platform sistem floating (mengambang)

Primer:

- ❖ *EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry*

3. Sistem mooring

Primer:

- ❖ *API RP SK – Stationkeeping Systems for Floating Structures*

3. Sistem konversi daya turbin darrieus tipe H

Primer: Tidak ada bimbingan utama substansial ditemukan dalam standar yang ada

5. Kabel Transmisi

Primer: Tidak ada bimbingan utama substansial ditemukan dalam standar yang ada

6. Sistem *Auxiliary*

Primer: Tidak ada bimbingan utama substansial ditemukan dalam standar yang ada

Seperti disebutkan di atas, bimbingan substantif untuk operasi, inspeksi, pemeliharaan, dan kegiatan perbaikan sebagian besar untuk *platform* mengambang (peredam energi misalnya gelombang, terendam turbin arus), kabel listrik, dan sistem tambahan.

Meskipun ada bimbingan memang cukup untuk survei berkala dan khusus setelah pembangunan classed (atau bersertifikat) pelampung lepas pantai, instalasi, dan kapal, ini persyaratan khusus untuk organisasi klasifikasi seperti ABS, DNV, atau GL.

4.4 Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Preliminary Hazard Analysis (PHA) merupakan metode untuk mengidentifikasi risiko dari suatu situasi atau peristiwa yang dapat mengganggu atau merusak sistem.

Kegunaan dari metode PHA ini, yaitu:

- Digunakan sebagai metode awal yang dilakukan untuk mengidentifikasi suatu risiko pada tahap awal suatu pekerjaan;
- Sebagai suatu alat bantu untuk menganalisis suatu risiko yang sudah diterapkan.

Proses dari metode ini, peneliti harus memahami terlebih dahulu mengenai tujuan dari sistem yang akan di analisis, setelah itu pisahkan sistem yang sesuai dengan topik, dan proses yang terakhir yaitu mengidentifikasi risiko terkait dengan tujuan dari setiap sistem. Pengaplikasian dari metode ini, dapat digunakan untuk mengidentifikasi risiko, sedangkan untuk menganalisis dan mengevaluasi tidak dapat digunakan.

Kelebihan dari metode ini dapat digunakan saat informasi yang dimiliki masih minim. Kelebihan lain yaitu, sebelum sebuah sistem diterapkan risiko yang akan dihadapi ke depannya sudah dipertimbangkan sebelumnya terlebih dahulu. Sedangkan kekurangan dari metode ini, informasi yang didapat masih belum detail dan lengkap, karena informasi yang didapat hanya pada keterangan di awal saja.

Tabel 4.2 Contoh *Template Worksheet A*. Analisa risiko pada desain
1. Platform pada sistem floating (mengambang)

<i>Hazardous element</i>	<i>Trigging event 1</i>	<i>Hazardous condition</i>	<i>Trigging event 2</i>	<i>Potential accident</i>	<i>Effect</i>	<i>Corrective measures</i>
Pemilihan lokasi dan survei a. Lokasi 1 dengan kedalaman laut sebesar 5-50 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Lembongan sampai kedalaman laut 50 m jaraknya sekitar 500m-600 m.	Menurut <i>DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (27.1)</i> Lokasi 1 dengan kedalaman laut 50 m dipilih sebagai area peletakan PLTAL memiliki terhadap dampak lingkungan karena termasuk wilayah zona konservasi	PLTAL beroperasi dengan kondisi tidak mengganggu rute spesies dari zona konservasi	Menurut <i>DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (27.1)</i> Pengembangan proyek PLTAL terhadap dampak lingkungan zona konservasi sebagai tahapan awal proyek PLTAL	Zona konservasi membatasi wilayah peletakan PLTAL	PLTAL di Selat Nusa Penida harus melalui izin pemerintah lokal dan balai pengawas zona konservasi	Menurut <i>DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (27.1)</i> Lokasi 1 ini harus diperiksa untuk dampak lingkungan dan jika mengganggu dengan rute dari spesies yang dilindungi. Dalam kasus apapun, diharapkan bahwa Penilaian Dampak Lingkungan (Termasuk semua tahapan hingga dekomisioning) adalah menjadi dilakukan pada tahap awal proyek sebagai bagian dari proses aplikasi untuk pengembangan proyek.

Halaman ini sengaja dikosongkan

4.5 Analisa Ranking Risiko

Pada ranking risiko ini, didasari dari hasil identifikasi penilaian risiko pada bab sebelumnya. Analisa risiko ini dilakukan untuk mengetahui risiko kritis yang terjadi. Risiko-risiko yang didapatkan dari hasil identifikasi proses bisnis ini dinilai dengan menggunakan metode PHA.

Karena penelitian bersifat kualitatif sehingga ranking risiko menghasilkan metode penilaian secara kualitatif. Kode risiko pada penelitian adalah sebagai berikut.

- R1 = Pemilihan lokasi dan survei
 - a. Lokasi 1 dengan kedalam laut sebesar 5-50 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Lembongan sampai kedalaman laut 50 m jaraknya sekitar 500m-600 m.
- R2 = Pemilihan lokasi dan survei
 - b. Lokasi 2 kedalam laut sebesar 5-40 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Penida sampai kedalaman laut 40 m jaraknya sekitar 150m-250 m.
- R3 = Pemilihan lokasi dan survei
 - c. Lokasi 3 dan 4 kedalam laut diatas 50 m dan kondisinya sangat terjal. Sehingga dipilih untuk proses intalasi pada dua lokasi.
- R4 = Data lingkungan (kondisi perairan laut)
 - a. Lokasi 1 dengan kedalam laut sebesar 5-50 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Lembongan sampai kedalaman laut 50 m jaraknya sekitar 500m-600 m.
- R5 = Data lingkungan (kondisi perairan laut)

- b. Lokasi 2 kedalam laut sebesar 5-40 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Penida sampai kedalaman laut 40 m jaraknya sekitar 150m-250 m.
- R6 = Data lingkungan (kondisi perairan laut)
- c. Lokasi 3 dan 4 kedalam laut diatas 50 m dan kondisinya sangat terjal. Sehingga dipilih untuk proses intalasi pada dua lokasi.
- R7 = Data geoteknik
- a. Lokasi 1 dengan kedalam laut sebesar 5-50 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Lembongan sampai kedalaman laut 50 m jaraknya sekitar 500m-600 m.
- R8 = Data geoteknik
- b. Lokasi 2 kedalam laut sebesar 5-40 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Penida sampai kedalaman laut 40 m jaraknya sekitar 150m-250 m.
- R9 = Data geoteknik
- c. Lokasi 3 dan 4 kedalam laut diatas 50 m dan kondisinya sangat terjal. Sehingga dipilih untuk proses instalasi pada dua lokasi.
- R10 = Penilaian *fatigue* pada *load platform* dengan ukuran berikut
- Lwl : 12 m
 - B : 6 m
 - T : 0.9 m
- R11 = Kriteria mengontrol kondisi korosi platform dengan ukuran berikut
- Lwl : 12 m
 - B : 6 m
 - T : 0.9 m

- R12 = Akses untuk operasi dan pemeliharaan pada *platform*
- R13 = Analisis struktur, tekanan dan beban pada *platform*
- R14 = Stabilitas *hull* (lambung *platform*) dengan ukuran berikut
- Lwl : 12 m
 - B : 6 m
 - T : 0.9 m
- R15 = Sistem *mooring* pada *platform*
- R16 = *Rotor Shaft* dengan *Current Span* 1,6 m/s (eff = 25%)
penilaian
- Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
 - Komponen mesin
- R17 = Generator listrik dengan kapasitas 2kW
- R18 = *Gear box* dengan *Current Span* 1,6 m/s (eff = 25%)
penilaian
- Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
 - Komponen mesin
- R19 = *Coupling chamber* dengan *Current Span* 1,6 m/s (eff = 25%)
penilaian
- Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
 - Komponen mesin
- R20 = *Blade hydrofoil* dengan ukuran diameter 2,0 m dan *span* 2,0 m; Jumlah *blade* 3 buah
- Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
 - Komponen mesin

- R21 = *Support arms* dengan jumlah blade 3 buah
- Desain
 - Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi
 - Komponen mesin
- R22 = Pilihan rute kabel transmisi berdasarkan survei lokasi
- R23 = Standart komponen dan bahan pada kabel transmisi
- R24 = Kriteria desain kabel transmisi
- R25 = Kontrol pengawas dan data akuisisi PLTAL
- R26 = Sistem keselamatan darurat pada PLTAL
- R27 = Jenis pengujian dan uji program PLTAL
- R28 = Model tes skala kecil (uji coba di laboratorium)
- R29 = *Prototype* atau model tes skala besar (di perairan laut)
- R30 = Bahan material dan komponen kualifikasi atau pengujian penerimaan
- R31 = Fabrikasi struktural *platform*
- R32 = Mesin dan peralatan instalasi PLTAL
- R33 = Transportasi yang mengangkut PLTAL
- R34 = Perencanaan, penjadwalan dan inspeksi tidak dilakukan secara berkala
- R35 = *Platform* sistem *floating* (mengambang)
- R36 = Sistem *mooring* PLTAL

Risk Map		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastropic
		1	2	3	4	5
Almost Certain	5	R22, R25, R26	R17, R18			
Likely	4	R10, R21, R30	R11, R27, R35	R19, R20, R36		
Possible	3	R5, R8	R1, R7, R28	R16, R29	R3, R6	
Unlikely	2		R2, R4	R12, R15, R35	R13, R14	R9
Rare	1			R23, R24, R36	R31, R32	

Keterangan :

Extreme Risk	High risk	Moderate Risk	Low Risk
--------------	-----------	---------------	----------

Gambar 4.2 Risk Matrix Peletakan PLTAL di Selat Nusa Penida

4.6 Analisa Upaya Mitigasi

Pada analisa upaya mitigasi ini, diberikan berdasarkan hasil evaluasi risiko yang mendapatkan penilaian kriteria yang harus diberikan tindakan *corrective*. Risiko yang harus dilakukan pemberian mitigasi tersebut sejumlah 36 risiko. Pemberian upaya mitigasi tersebut juga mempertimbangkan hasil identifikasi dilakukan untuk penilaian risikonya. Hal tersebut disebabkan, tindakan mitigasi yang diberikan dapat menjadi suatu *improvement* dari hasil identifikasi yang telah dilakukan. Terdapat 4 cara yang dapat dilakukan dalam pembuatan upaya mitigasi yaitu menghilangkan risiko, memindahkan risiko, mengurangi risiko dan menerima risiko.

Berdasarkan hasil pembuatan upaya mitigasi pada bab sebelumnya pada bab 4.5 tersebut, upaya mitigasi banyak dilakukan dengan cara menerima risiko.

Upaya mitigasi yang dilakukan lebih difokuskan pada hal teknis yang dapat mengurangi, menghilangkan, memindahkan atau menerima adanya risiko. Hal tersebut disebabkan karena pelaksanaan proses perencanaan proyek PLTAL ini merupakan pelaksanaan yang berkelanjutan dan susah untuk diberikannya usulan mitigasi hindari risiko secara keseluruhan. Pada risiko yang sejenis sering kali menghasilkan upaya mitigasi teknis yang sejenis pula. Upaya mitigasi juga berdasarkan standart dan prosedur class sehingga penangan risiko yang disesuaikan dengan proyek peletakan PLTAL.

BAB V

KESIMPULAN

Pada bab ini akan menjelaskan jawaban dari tujuan penelitian ini dan saran-saran yang diberikan untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang terdapat pada penelitian ini, diantaranya:

1. Risiko yang terdapat pada proses penyebab risiko yang muncul saat instalasi PLTAL adalah 36 risiko dengan meninjau perencanaan instalasi PLTAL, aktivitas yang menyebabkan risiko, dan kriteria risiko berdasarkan regulasi-regulasi internasional.
2. Upaya mitigasi diberikan pada 36 risiko yang langsung mendapat tindakan *corrective* dari standart, prosedur *class* dan regulasi internasional, upaya menerima risiko merupakan hal teknis yang bedasarkan standart.
3. Peletakan pembangkit listrik arus laut di Selat Nusa Penida, Bali direkomendasi pada lokasi 1 dan lokasi 2, karena ditinjau berdasarkan kondisi lingkungan perairan yang di izinkan dalam peletakan pembangkit listrik arus laut.

5.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya diantaranya:

1. Penilaian identifikasi risiko dapat dilakukan dengan penilaian dari segi financial agar terlihat potensi kehilangan atau kerugian dalam jumlah uang.

2. Perlu adanya suatu pengalaman untuk dapat membuat suatu *expert judgement* dan pengambilan keputusan dalam menilai suatu risiko.

DAFTAR PUSTAKA

Albana , Abduh Sayid. 2012. Pengembangan Metode Manajemen Risiko Untuk Keputusan Kelayakan Investasi Yang Mempertimbangkan Ketidakpastian (Laporan Tugas Akhir). 21-23. Surabaya:Teknik Industri ITS.

Anityasari, Maria., & Wessiani, Naning Aranti. (2011). Analisa kelayakan usaha dilengkapi kajian manajemen resiko. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

Authority, A. C. T. I. 2004. Risk Management AS/NZS 4360:2004 Australia: Australian Capital Territory Insurance Authority.

Authority, A. C. T. I. 2009. AS/NZS ISO 31000:2009 Risk management – Principles and Guidelines. Australia: Australian Capital Territory Insurance Authority.

American Bureau of Shipping (ABS). 2003. Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts. Huston, USA.

American Bureau of Shipping (ABS). 2003. Guide for Risk Evaluations for the Classification of Marine-Related Facilities. Huston, USA.

- American Petroleum Institute Recommended Practice (API RP) 2SK. 2005. Stationkeeping Systems for Floating Structures. Washington, D.C.
- Ayu, Dian Sistining. 2007. Analisa Risiko Pembangunan Kapal Baru (Laporan Tugas Akhir). Surabaya: Teknik Sistem Perkapalan ITS.
- Bureau Veritas (BV). 2012. Rules for Classification Mooring Systems for permanent offshore. Paris, France.
- Bureau Veritas (BV) Chapter 1. 2015. Load, Material, and Testing Current Tidal and Turbines. Paris, France.
- Choi, H. H., Cho, H. N. dan Seo, J. 2004. Risk assessment methodology for underground construction projects. *Journal of Construction Engineering And Management*, 130, 258.
- CIRIA C666. 2008. Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development. London, England.
- Det Norske Veritas (DNV) RP-A203. 2001. Qualification Procedures for New Technology. Norwegia.
- Det Norske Veritas (DNV). 2005. Guideline for Wave Energy Converters. Norwegia.
- Det Norske Veritas (DNV) OSS-312. 2008. Certification of Tidal and Wave Energy Converters. Norwegia.

- Det Norske Veritas (DNV) OS-C301. 2011. Stability and Watertight Integrity. Norwegia.
- Det Norske Veritas (DNV) OSS-D201. 2011. Electrical Installations. Norwegia.
- Det Norske Veritas (DNV) OS-D101. 2013. Marine Machinery Systems and Equipment. Norwegia.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2008. Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry. London, England.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Assessment of Performance of Tidal Energy Conversion Systems. London, England.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Assessment of Performance of Wave Energy Conversion Systems. London, England.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems. London, England.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Guidelines for Manufacturing, Assembly, and Testing of Marine Energy Conversion Systems. London, England.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Guidelines for Marine Energy Converter Certification Schemes. London, England.

- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Guidelines for Grid Connection of Marine Energy Conversion Systems. London, England.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Guidelines on Reliability, Maintainability and Survivability of Marine Energy Conversion Systems. London, England.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry. London, England.
- European Marine Energy Centre (EMEC). 2009. Tank Testing of Wave Energy Converters (scoping document) . London, England.
- Franke, A. 1987. Risk Analysis in Project Management. International Journal of Project Management5, 29-34.
- Germanischer Lloyd IV, 14, Part 1. 2005. Ocean Current Turbines. Germany.
- Henley, Ernest J. and Hiromitsu Kumamoto . 1981. Reliability Engineering and Risk Assessment. Unniversity Michigan, USA.
- Hydraulics & Maritime Research Centre (HMRC). 2003. Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol. University College Cork, Ireland.
- IEA-RED. 2011. Accerelating the Development of Offshore Renewable Energy Technologies. United Kingdom.

International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) Recommendation O-139 – Marking of Man-Made Offshore Structures. Saint Germain en Laye, France

International Energy Agency (IEA) Ocean Energy Systems (OES) Annex II. 2010. Development of Recommended Practices for Testing and Evaluating Ocean Energy Systems. Denmark.

International Marine Contractors Association (IMCA) AODC 35. 1985. Code of Practice for the Safe Use of Electricity Under Water. United Kingdom.

ISO 2394. 1998. General Principals on Reliability of Structures. Vernier, Geneva Switzerland.

Kristiansen, Svein. 2005. Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis. Oxford, England.

Lewis, A., S. Estefen, J. Huckerby, W. Musial, T. Pontes, J. Torres-Martinez . 2011. Ocean Energy. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Pemerintah Kabupaten Klungkung. 2008 – 2013. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kab.Klungkung, Bali. Bali.

Blue Energy. 2011. VAHT- Vertical Axis Hydro Turbine. <http://www.bluenergy.com/vertical-axis-turbine/vaht/> dikunjungi pada 15 Maret 2015.

Harman. 2012. Prinsip Kerja OTEC.

<http://harmanatsoroako.com/category/energyterbarukan/> dikunjungi pada 6 April 2015.

Worksheet A. Analisa risiko pada desain
1. Platform pada sistem floating (mengambang)

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Pemilihan lokasi dan survei a. Lokasi 1 dengan kedalaman laut sebesar 5-50 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Lembongan sampai kedalaman laut 50 m jaraknya sekitar 500m-600 m.</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (27.1) Lokasi 1 dengan kedalaman laut 50 m dipilih sebagai area peletakan PLTAL memiliki terhadap dampak lingkungan karena termasuk wilayah zona konservasi</p>	<p>PLTAL beroperasi dengan kondisi tidak mengganggu rute spesies dari zona konservasi</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (27.1) Pengembangan proyek PLTAL terhadap dampak lingkungan zona konservasi sebagai tahapan awal proyek PLTAL</p>	<p>Zona konservasi membatasi wilayah peletakan PLTAL</p>	<p>PLTAL di Selat Nusa Penida harus melalui izin pemerintah lokal dan balai pengawas zona konservasi</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (27.1) Lokasi 1 ini harus diperiksa untuk dampak lingkungan dan jika mengganggu dengan rute dari spesies yang dilindungi. Dalam kasus apapun, diharapkan bahwa Penilaian Dampak Lingkungan (Termasuk semua tahapan hingga dekomisioning) adalah menjadi dilakukan pada tahap awal proyek sebagai bagian dari proses aplikasi untuk pengembangan proyek.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Pemilihan lokasi dan survei b. Lokasi 2 kedalam laut sebesar 5-40 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Penida sampai kedalaman laut 40 m jaraknya sekitar 150m-250 m.</p>	<p>Menurut EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry: (6.3) Lokasi 2 dalam peletakan PLTAL kedalaman laut 40 m dapat dijadikan area peletakan PLTAL di Selat Nusa Penida, Bali</p>	<p>Kondisi peletakan PLTAL dapat dilakukan dengan kedalaman laut 40 meter.</p>	<p>Menurut EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry: (6.3) Identifikasi, penentuan dan prioritas syarat peletakan PLTAL disesuaikan dengan data meterologi dan oseanografi</p>	<p>Potensi bahaya pada peletakan PLTAL di lokasi 2 tidak berbahaya karena tidak sampai melebihi 50 meter kedalaman lautnya di area tersebut</p>	<p>Pemeriksaan cuaca tetap harus dipantau untuk PLTAL saat dioperasikan</p>	<p>Menurut EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry: (6.3) Proyek pengembang harus menilai data yang tersedia dan mereka kesesuaian untuk menginformasikan kelayakan awal proyek. Kesenjangan Data dan relevansi mereka harus disorot dalam rangka mengidentifikasi, menentukan dan memprioritaskan persyaratan untuk lebih lanjut dan lebih survei rinci.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Pemilihan lokasi dan survei c. Lokasi 3 dan 4 kedalam laut diatas 50 m dan kondisinya sangat terjal. Sehingga dipilih untuk proses intalasi pada dua lokasi.</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: Bagian 4 Aturan (1.3.1.3) Keseragaman dasar laut pada lokasi 3 dan lokasi 4 di tinjau dari survei untuk peletakan PLTAL</p>	<p>Keseragaman dasar laut antara lokasi 3 dan lokasi 4 dengan kondisi dasar tanah terjal, berbahaya dalam peletakan PLTAL</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: Bagian 4 Aturan (1.3.1.3) Kondisi dasar tanah terjal pada lokasi 3 dan lokasi 4</p>	<p>Kerusakan PLTAL dapat terjadi bila kondisi dasar tanah terjal pada lokasi 3 dan lokasi 4</p>	<p>Kerugian finansial bila meletakkan PLTAL di lokasi 3 dan lokasi 4</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: Lokasi 3 dan lokasi 4 membutuhkan penggunaan standard untuk Perencanaan dan Operasi Eksekusi Kelautan. Pt. 2 Bagian 4 Aturan (1.3.1.3) Jenis dan tingkat survei harus ditentukan dalam kaitannya dengan objek untuk diinstal dan keseragaman dasar laut. Hambatan kedua di kondisi tanah.</p>
<p>Data lingkungan (kondisi perairan laut) a. Lokasi 1 dengan kedalam laut sebesar 5-50 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Lembongan sampai kedalaman laut 50 m jaraknya sekitar 500m-600 m.</p>	<p>Menurut API RP 2SK: (4.2) Model statistik dengan dukungan parameter dari meteorology dan kondisi oseanografi di lokasi 1 dapat ditinjau</p>	<p>Kondisi bahaya di lihat mencakup parameter dari meteorologi dan kondisi oseanografi di lokasi 1</p>	<p>Menurut API RP 2SK: (4.2) Lokasi 1 masih dapat diprediksi untuk dapat di letakkan PLTAL disesuaikan dari meteorologi dan kondisi oseanografi</p>	<p>Potensi bahaya dapat diketahui bila data lokasi 1 disesuaikan dari meteorologi dan kondisi oseanografi</p>	<p>Lokasi 1 dapat direkomendasi untuk peletakan PLTAL</p>	<p>Menurut API RP 2SK: (4.2) Harus dikonsultasikan mendefinisikan meteorologi dan kondisi oseanografi dari lokasi 1. Model statistik yang penting sebagai gambaran parameter lingkungan.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Data lingkungan (kondisi perairan laut) b. Lokasi 2 kedalam laut sebesar 5-40 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Penida sampai kedalaman laut 40 m jaraknya sekitar 150m-250 m.</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: Melihat kondisi peletakan PLTAL di lokasi 2 dapat menunjang, maka desain PLTAL harus di sesuaikan berdasarkan prosedur class dan berdasarkan data lingkungan perairan lokasi 2</p>	<p>Kondisi bahaya di lihat mencakup gelombang, angin, kondisi lingkungan terkini, turbulensi arus laut, pasang surut air laut dan kondisi tanah di lokasi 2</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: Data yang sesuai dengan prosedur class harus dilakukan secara rinci</p>	<p>Potensi bahaya dapat diprediksi dan diketahui melalui survei sesuai prosedur class pada lokasi 2</p>	<p>PLTAL di lokasi 2 bergantung dengan kondisi lingkungan perairan laut, namun kedalaman 40 m masih diprediksi untuk wilayah aman dalam peletakan PLTAL</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: Data lingkungan lokasi 2 yang digunakan sebagai dasar untuk desain harus diserahkan. Ini harus mencakup: gelombang; angin; profil saat ini dan turbulensi; kedalaman air; pasang surut air laut; kondisi tanah;</p>
<p>Data lingkungan (kondisi perairan laut) c. Lokasi 3 dan 4 kedalam laut diatas 50 m dan kondisinya sangat terjal. Sehingga dipilih untuk proses intalasi pada dua lokasi.</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (13.9) Parameter menggambarkan kondisi lingkungan lokasi 3 dan lokasi 4 sebelum desain PLTAL kondisi ini di survei</p>	<p>Kondisi lingkungan perairan yang terjal pada lokasi 3 dan lokasi 4 dapat berbahaya untuk peletakan PLTAL</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (13.9) Parameter lingkungan yang dilihat adalah arus dan gelombang di kondisi terjal pada lokasi 3 dan lokasi 4</p>	<p>Potensi bahaya dalam lokasi 3 dan lokasi 4 karena kondisi kedalaman lebih 50 m dan kondisi terjal</p>	<p>Kerugian finansial bila meletakkan PLTAL di lokasi 3 dan lokasi 4</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters: (13.9) Parameter menggambarkan kondisi lingkungan harus didasarkan pada pengamatan di sekitar dari perangkat energi gelombang dan tersedia pengetahuan tentang lingkungan hidup kondisi di daerah. Berdasarkan lokasi 3 yang terjal.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Data geoteknik a. Lokasi 1 dengan kedalaman laut sebesar 5-50 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Lembongan sampai kedalaman laut 50 m jaraknya sekitar 500m-600 m.</p>	<p>Menurut API RP 2SK: (4.7) Kondisi tanah pada lingkungan perairan dengan kedalaman 50 m perlu di lakukan survei di bawah laut</p>	<p>Lokasi 1 dengan kondisi tanah pada perairan kedalaman 50m dapat digunakan lokasi peletakan PLTAL</p>	<p>Menurut API RP 2SK: (4.7) Kondisi tanah pada lokasi 1 disurvei untuk mengerti kondisi arus perairan</p>	<p>PLTAL dapat beroperasi pada lingkungan perairan yang kedalaman 50 m namun harus di liat cuaca perairan</p>	<p>Kerusakan pada peletakan PLTAL di area lokasi 1 tidak begitu besar, dan dapat diletakkan pada lokasi 1</p>	<p>Menurut API RP 2SK: (4.7) kondisi tanah lokasi 1 harus ditentukan untuk dimaksudkan memberikan data untuk sistem desain.</p>
<p>Data geoteknik b. Lokasi 2 kedalam laut sebesar 5-40 m dengan jarak dasar laut sampai ke Nusa Penida sampai kedalaman laut 40 m jaraknya sekitar 150m-250 m.</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: (3.B201) Kondisi seismic pada data lingkungan perairan laut di lokasi perlu dilakukan survey di bawah laut (3.B401) Dokumen mengenai data tanah pada kedalaman laut 40 m diperlukan tinjauan lagi</p>	<p>Lokasi 2 dengan kondisi lingkungan perairan dan data tanah kedalaman laut perlu di survei sekalipun kondisi area untuk peletakan PLTAL dapat diletakkan di area ini</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: (3.B201) Kondisi seismic ini untuk mengerti lingkungan perairan dengan arus yang di koreksi dengan kebutuhan PLTAL. (3.B401) Dokumentasi kondisi data tanah di lingkungan perairan tidak hanya prediksi melalui penelitian kuantitatif untuk melakukan riset PLTAL</p>	<p>PLTAL dapat beroperasi pada lingkungan perairan yang kedalaman 40 m namun harus di liat cuaca perairan. Lokasi 2 lebih berpotensi baik untuk peletakan PLTAL karena kedalamannya lebih rendah.</p>	<p>Kerusakan pada peletakan PLTAL di area lokasi 2 tidak begitu besar, dan dapat diletakkan pada lokasi 2.</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312: (3.B201) termasuk kondisi seismic dalam daftar data lingkungan menjadi disampaikan sebagai dasar desain. (3.B401) termasuk data tanah di dokumentasi untuk diajukan untuk pasang surut dan konverter energi gelombang .</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Data geoteknik c. Lokasi 3 dan 4 kedalam laut diatas 50 m dan kondisinya sangat terjal. Sehingga dipilih untuk proses instalasi pada dua lokasi.</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters (14) Data geoteknik mengenai ukuran gelombang, kesergaman tanah dan kondisi dasar laut merupakan area bahaya pada lokasi dengan kedalam laut diatas 50m</p>	<p>PLTAL berbahaya bila dipasang di kedalaman laut yang terjal karena kondisi perairan</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters (14) Arus laut tidak mudah diprediksi sehingga dapat membahayakan peletakan PLTAL di lokasi 3 dan lokasi 4</p>	<p>Kerusakan PLTAL dapat terjadi di kedalaman lebih 50 m dengan arus tidak mudah di prediksi</p>	<p>PLTAL bila di letakkan pada lokasi tersebut dapat mengalami kerusakan sewaktu-waktu</p>	<p>Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters (14) Informasi spesifik tingkat pengamatan lokasi 3 dan 4 yang terjal dan pilihan metode survey lokasi akan memperhitungkan jenis dan ukuran gelombang perangkat energi, keseragaman tanah dan kondisi dasar laut. Untuk penerapan jangkar yang stratigrafi tanah dan berbagai sifat kekuatan tanah akan dinilai. Dokumen harus memberikan informasi tentang tanah untuk kedalam yang diperlukan untuk memeriksa efek yang mungkin formasi lemah.</p>

Hazardous element	Triggering event 1	Hazardous condition	Triggering event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Penilaian fatigue pada load platform dengan ukuran berikut</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lwl : 12 m - B : 6 m - T : 0.9 m 	<p>Menurut CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development (7.4.2)</p> <p>Penilaian fatigue pada platform hanya salah satu uji coba dari beban ekstrim, dan beban siklis beroperasi pada frekuensi yang sedang.</p>	<p>Penilaian fatigue tidak sesuai prosedur class sehingga tidak mendapat sertifikat mengenai fatigue pada platform.</p>	<p>Menurut CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development (7.4.2)</p> <p>Dokumen mengenai uji coba fatigue pada platform tidak dilakukan secara rinci.</p>	<p>Platform berpotensi tidak mampu mendapat beban dari beban ekstrim atau beban siklis</p>	<p>Bila terjadi kerusakan akibat beban dari penilaian fatigue tidak kuat menahan.</p>	<p>Menurut CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development (7.4.2) Desain untuk kelelahan diperlukan untuk menilai pemuatan siklis pada struktur dengan pertimbangan beban yang disebabkan oleh berbagai kombinasi faktor metocean yang terjadi selama operasional, dan dengan masalah account seperti bangunan. Sebaliknya beban ekstrim, beban siklis beroperasi pada frekuensi yang lebih tinggi dari detik daripada tahun.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Kriteria mengontrol kondisi korosi platform dengan ukuran berikut</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lwl : 12 m - B : 6 m - T : 0.9 m 	<p>Menurut DNV-OS-D201 : (Bag.2, Sec.3.D102 (b)) (Bag.2, Sec.3.D102 (c)) Kondisi penggunaan bahan logam ringan pada platform PLTAL</p>	<p>Terjadi korosi dalam waktu 1 tahun pada bagian platform PLTAL</p>	<p>Menurut DNV-OS-D201 : (Bag.2, Sec.3.D102 (b)) (Bag.2, Sec.3.D102 (c)) Korosi menyebabkan kerusakan PLTAL</p>	<p>Beban dari PLTAL tidak dapat ditahan oleh platform akibat korosi. Kerusakan korosi dapat menyebabkan kerusakan komponen lain PLTAL karena peralatan berasal dari logam.</p>	<p>Platform akibat korosi diperbaiki dalam waktu 1 tahun setelah proses peletakan PLTAL.</p>	<p>Menurut DNV-OS-D201 : (Bag.2, Sec.3.D102 (b)) Kandang logam diinstal di mana masalah korosi dapat diharapkan harus dibuat dari bahan tahan korosi atau dengan tunjangan korosi. (Bag.2, Sec.3.D102 (c)) Paduan logam ringan akan dihindari karena bahan jika tidak didokumentasi menjadi tahan air laut dan diinstal sehingga korosi tidak terjadi.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Akses untuk operasi dan pemeliharaan	Menurut CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development: (7.5.2) Perancangan dari fasilitas berada di area terjal pada lokasi 3 dan 4	Kegagalan akses untuk operasi dan pemeliharaan karena wilayah lokasi terjal	Menurut CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development: (7.5.2) PLTAL dan mengalami kerusakan bila diletakkan pada lokasi 3 dan 4	Bila ada kondisi cuaca buruk, PLTAL dapat mengalami kerusakan	Kerugian finansial bila terjadi kerusakan	Menurut CIRIA C666 – Guidelines for the use of metocean data through the life cycle of marine renewable energy development: (7.5.2) Selama operasi tanpa gangguan dari perangkat ditambatkan ada persyaratan minimum untuk akses ke unit. Perancangan dari fasilitas pemeliharaan, adalah mudah dan aman.
Analisis struktur, tekanan dan beban	Menurut EMEC –Tank Testing of Wave Energy Converters: (3.1) Data identifikasi perairan tidak lengkap	Analisa struktur, tekanan dan beban harus menunggu identifikasi yang lengkap berdasarkan prosedur class	Menurut EMEC –Tank Testing of Wave Energy Converters: (3.1) Analisa struktur, tekanan dan beban pada platform menggunakan gerakan perairan dengan kondisi stabil.	Bila ada gelombang dan arus yang kuat PLTAL bias mengalami kerusakan	Identifikasi perairan laut di Selat Nusa penida dan gerakan ekstrim saat uji coba harus sesuai prosedur class	Menurut EMEC – Tank Testing of Wave Energy Converters: (3.1) Deskripsi pengujian direncanakan harus meliputi: Gerakan ekstrim; Identifikasi yang sesuai perairan laut.

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Stabilitas hull (lambung platform) dengan ukuran berikut - Lwl : 12 m - B : 6 m - T : 0.9 m	Menurut DNV-OSS-312: (3.B301) Paduan perencanaan stabilitas hull pada uji coba tidak dilakukan dokumentasi yang rinci	Saat instalasi dan peletakan di Selat Nusa Penida dapat mengalami kegagalan	Menurut DNV-OSS-312: (3.B301) Kurang lengkap mengenai dokumentasi kedap dan cuaca pada PLTAL	Kerusakan dapat terjadi bila dokumentasi tidak lengkap dari stabilitas lambung platform	Melakukan uji coba ulang sampai dokumentasinya sesuai dengan prosedur class	Menurut DNV-OSS-312: (3.B301) dokumentasi untuk mengambang konverter akan mencakup: Stabilitas, termasuk mencondongkan prosedur tes, panduan rencana stabilitas integritas kedap; Rencana freeboard dan daftar kedap dan cuaca adalah item ketat.
Sistem mooring	Menurut EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems: Bagian 14 Tidak lengkapnya desain sistem mooring dari ketiga komponen desain mooring.	Sistem mooring tidak dapat di instalasi pada PLTAL	Menurut EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems: Bagian 14 Penjelasan dari ketiga komponen desain sistem mooring tidak rinci.	Dalam pelaksanaan instalasi dapat mengalami kegagalan	Sistem mooring pada platform tidak dapat di instalasi bila mengalami kegagalan pada komponen desain	Menurut EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems: Bagian 14 Penjelasan desain sistem mooring desain meliputi: sistem konfigurasi, diperlukan komponen, pemuatan, dan anchor desain.

Worksheet A. Analisa risiko pada desain
2. Sistem Konversi Daya

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Rotor Shaft dengan Current Span 1,6 m/s (eff = 25%) penilaian</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desain • Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi • Komponen mesin 	<p>Menurut DNV-RP-A203 Qualification Procedures for New Technology (6.1) Kesalahan dalam estimasi parameter dan spesifikasi rotor shaft</p>	<p>Identifikasi fungsi teknologi baru dan parameter tidak relevan. Fungsional dari persyaratan tidak kuantitatif.</p>	<p>Menurut DNV-RP-A203 Qualification Procedures for New Technology (6.1) Kegagalan saat uji coba karena kesalahan estimasi parameter dan spesifikasi rotor shaft</p>	<p>Komponen rotor shaft tidak bekerja sesuai capaian prosedur class Sertifikat ditunda sampai komponen rotor shaft sesuai prosedur class</p>	<p>Identifikasi kembali estimasi parameter dan spesifikasi rotor shaft</p>	<p>Menurut DNV-RP-A203 Qualification Procedures for New Technology (6.1) Teknologi baru harus dijelaskan, melalui gambar, teks, data, atau dokumen relevan. Spesifikasi rotor shaft harus mengidentifikasi fungsi teknologi baru dan semua utama yang relevan parameter. Itu spesifikasi dan persyaratan fungsional harus kuantitatif dan lengkap.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Generator listrik dengan kapasitas 2kW	Menurut EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems: (15.4.1) Identifikasi standar generator kapasitas 2 kW pada PLTAL yang di identifikasi digunakan di kondisi darat.	Generator tidak sesuai kebutuhan karena tidak sesuai dengan lingkungan perairan.	Menurut EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems: (15.4.1) PLTAL tidak dapat beroperasi karena fungsi utamanya menghasilkan energy listrik dari perubahan energi gelombang laut menjadi energi listrik dari generator	Dapat mengalami kerusakan generator bila pemilihan generator tidak sesuai dengan lingkungan perairan.	Pemilihan generator yang tidak <i>marine-used</i> tidak bertahan dengan getaran yang berasal dari lingkungan perairan	Menurut EMEC - Guidelines for Design Basis of Marine Energy Conversion Systems: (15.4.1) Peralatan listrik harus cocok untuk operasi di lingkungan hidup kondisi yang dialami PLTAL. Desain dasar generator harus mengidentifikasi standar untuk menggunakan untuk peralatan di PLTAL.
Gear box dengan Current Span 1,6 m/s (eff = 25%) penilaian • Desain •Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi •Komponen mesin	Menurut HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol: (2.2.4) Pemilihan gear box kurang dari current span 1,6 m/s	Pengusulan gear box dengan kondisi kurang dari current span 1,6 m/s akan membuat PLTAL mengalami kerusakan	Menurut HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol: (2.2.4) Gear box mudah panas akibat perputaran gear tidak sesuai kinerjanya	Gear box mudah rusak karena panas yang ditimbulkan akibat perputaran gear kurang dari 1,6 m/s	Pemilihan gear box yang tidak sesuai akan merusak komponen lain dari PLTAL	Menurut HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol: (2.2.4) Untuk mengurangi jumlah komponen dan kerugian konsekuensial, seperti melalui gearbox, coupling dapat diusulkan. Gearbox dapat diusulkan current 1,6 m/s.

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Coupling chamber dengan Current Span 1,6 m/s (eff = 25%) penilaian</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desain • Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi • Komponen mesin 	<p>Menurut HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol: (2.2.4) Coupling chamber kurang dari current span 1,6 m/s</p>	<p>Pengusulan Coupling chamber dengan kondisi kurang dari current span 1,6 m/s akan membuat PLTAL mengalami kerusakan</p>	<p>Menurut HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol: (2.2.4) Coupling chamber mudah panas akibat perpindahan coupling tidak sesuai kinerjanya</p>	<p>Coupling chamber mudah rusak karena panas yang ditimbulkan akibat perputaran gear kurang dari 1,6 m/s</p>	<p>Pemilihan coupling chamber yang tidak sesuai akan merusak komponen lain dari PLTAL</p>	<p>Menurut HMRC – Ocean Energy: Development and Evaluation Protocol: (2.2.4) Untuk mengurangi jumlah komponen dan kerugian konsekuensial, seperti melalui gearbox, coupling langsung diusulkan. Coupling chamber dengan current 1,6 m/s dapat diusulkan.</p>
<p>Blade hydrofoil dengan ukuran diameter 2,0 m dan span 2,0 m; Jumlah blade 3 buah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desain • Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi • Komponen mesin 	<p>Menurut GL IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines: (6.2.5.2) Pada hasil uji coba Blade hydrofoil sering mengalami kegagalan</p>	<p>Estimasi kecepatan putaran pada blade hydrofoil</p>	<p>Menurut GL IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines: (6.2.5.2) Kecepatan putaran blade hydrofoil turun kurang 1,6 m/s</p>	<p>Pembuatan material ulang sesuai desain, ukuran serta tahanan material dari blade hydrofoil karena tidak sesuai 1,6 m/s</p>	<p>Melakukan perhitungan kembali antara ukuran, desain, tahanan Blade hydrofoil sampai sesuai dengan prosedur class.</p>	<p>Menurut GL IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines: (6.2.5.2) Bagian dari blade ke bagian profil dari crossectional hanya mengubah perlahan dan terus menerus - Bagian-bagian dari blade dihitung kegagalan untuk tes uji coba.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Support arms dengan jumlah blade 3 buah <ul style="list-style-type: none"> • Desain • Hidrodinamik, transportasi, dan instalasi • Komponen mesin 	Menurut ISO 2394:1998 (4.3) (B) Kecelakaan saat tata letak support arms pada structural saat uji coba (D) Desain support arms pada struktur mengalami kerusakan saat uji coba	Kerusakan pada material desain support arms	Menurut ISO 2394:1998 (4.3) (B) Patahnya material struktur support arms (D) Beban blade hydrofoil dan support arms tidak sesuai	Dapat merusak komponen material PLTAL lainnya	Perhitungan kembali estimasi ukuran, desain dan tahanan dari support arms. Beban blade hydrofoil dan support arms harus <i>matching</i> .	Menurut ISO 2394:1998 (4.3) (B) Desain penting adalah saat beban dari struktur dilakukan tindakan spesifik disebabkan oleh kecelakaan atau estimasi kejadian. Tata letak struktural harus diperiksa untuk mengidentifikasi elemen struktur Support arms, yang kegagalan akan menyebabkan runtuhnya lebih dari porsi terbatas struktur dekat. (D) Desain struktur sedemikian rupa sehingga kerusakan tidak menyebabkan runtuhnya langsung dari seluruh struktur turbin.

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Pilihan rute kabel transmisi berdasarkan survei lokasi	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry (7.2.4) Rute kabel transmisi merupakan area konservasi laut, wisata penyelaman, wilayah penyeberangan kapal	Dapat membahayakan bagi masyarakat sekitar, dan wisatawan.	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry (7.2.4) Rute kabel transmisi dapat mengalami kerusakan sewaktu-waktu	Kerusakan diakibatkan area aktivitas masyarakat sekitar dan wisatawan.	Memberi tanda peringatan bahwa area digunakan sebagai riset PLTAL Bekerjasama dengan pemerintah lokal.	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry (7.2.4) proyek PLTAL harus berada di daerah yang tidak membahayakan yang ada pengguna laut. (7.2.5) Kesadaran ada kabel laut ini yang penting pertimbangan untuk situs seleksi dan rute untuk peletakan kabel.
Standart komponen dan bahan pada kabel transmisi	Menurut EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry (6.4) Spesifikasi dan standart kabel transmisi tidak sesuai dengan perhitungan	Kesalahan pemilihan kabel transmisi bisa menyebabkan kebakaran PLTAL	Menurut EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry (6.4) Konsep desain kabel transmisi tidak sesuai dengan perhitungan	Mudah terbakar akibat hubungan arus pendek	Melakukan perhitungan kembali sesuai standart serta prosedur class Kerugian akibat kebakaran PLTAL bila terjadi hubungan arus pendek	Menurut EMEC – Guidelines for Project Development in the Marine Energy Industry (6.4) Elemen untuk memperhitungkan akurat dalam konsep desain harus mencakup: spesifikasi kabel listrik.

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Kriteria desain kabel transmisi	Menurut Germanisher Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines (8.1 (4)) Perancangan kabel transmisi dan analisa tidak sesuai class	Terjadi hubungan arus pendek	Menurut Germanisher Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines (8.1 (4)) Kebarakan akibat percikan api dari hubungan arus pendek	Kabel transmisi berpotensi rusak lebih besar bila tidak sesuai standart dan procedure class	PLTAL mudah terjadi kecelakaan kerja yaitu hubungan arus pendek akibat kesalahan pemilihan kabel transmisi	Menurut Germanisher Lloyd IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines (8.1 (4)) kabel transmisi PLTAL harus dirancang dan dianalisis menurut GL Guideline untuk sertifikasi PLTAL.
Kontrol pengawas dan data akuisisi PLTAL	Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters Bagian 19 Dokumentasi mengenai instrumentasi dan sistem kontrol dilakukan tidak secara rinci	Tidak mendapatkan perpanjangan sertifikat dari class bila ada pemeriksaan mengenai sistem control instrument PLTAL	Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters Bagian 19 PLTAL tidak dizinkan beroperasi oleh class	Bila ada sistem kontrol PLTAL tidak dilaksanakan maka sistem kinerja PLTAL mengalami penurunan tidak diketahui.	PLTAL harus memperpanjang sertifikat dengan melakukan sistem kontrol instrument berdasarkan prosedur class	Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters Bagian 19 instrumentasi dan sistem kontrol secara rinci, termasuk topik berikut: sistem monitoring dan kontrol; Hirarki kontrol dan pemisahan saluran; pertimbangan lingkungan; kontrol, dan komunikasi; Masalah keandalan; Sistem hidrolis dan kontrol; aliran kontrol turbin air.

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Sistem keselamatan darurat pada PLTAL	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry (8.3.2) Tidak adanya pengawasan kontrol mengenai keselamatan PLTAL	Mudah mengalami insiden kerusakan sewaktu-waktu pada PLTAL	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry (8.3.2) Pemeriksaan survei PLTAL tidak dilakukan sesuai prosedur class.	Bila terjadi kecelakaan sewaktu-waktu dapat terjadi pada PLTAL. Kelalaian pengawasan dapat menimbulkan potensi bahaya lebih besar.	Kerugian nominal pada proyek PLTAL.	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety in the Marine Energy Industry (8.3.2) khusus perhatian harus merancang pilihan dalam bidang berikut: Remote control aman dan operasi, termasuk darurat ditutup.

Worksheet B. Analisa risiko permodelan dan pengujian

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Jenis pengujian dan uji program PLTAL	Menurut EMEC – Guidelines on Reliability, Maintainability and Survivability of Marine Energy Conversion System: Program pengujian tidak terstruktur dan komponen pengujian tidak dilakukan berdasarkan prosedur class.	Kinerja produksi PLTAL saat di uji tidak sesuai prosedur class. Identifikasi fatigue dan kekuatan PLTAL tidak lengkap. Pengujian desain di analisa kembali.	Menurut EMEC – Guidelines on Reliability, Maintainability and Survivability of Marine Energy Conversion System: Kegagalan pengujian karena program tidak terstruktur.	Kerugian nominal ketika pengujian dilakukan tidak terstruktur dan diarahkan ke analisa keandalan dan kinerja PLTAL.	Tidak tepatnya identifikasi fatigue dan kekuatan PLTAL. Analisa kinerja dan keandalan tidak sesuai dengan capaian prosedur class.	Menurut EMEC – Guidelines on Reliability, Maintainability and Survivability of Marine Energy Conversion System: Pentingnya dari program dengan sistem terstruktur dan komponen pengujian tidak bisa lebih ditekankan. Itu juga penting untuk membedakan antara kinerja pengujian dan keandalan pengujian (di mana keandalan adalah didefinisikan dalam 3bagian.) pengujian jatuh ke dalam dua kategori - pengembangan pengujian dan produksi pengujian. Tujuan dari pengembangan pengujian adalah terutama untuk mengidentifikasi kekuatan dan

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
						kelemahan dalam desain. Tujuan dari pengujian produksi terutama untuk mengidentifikasi kelemahan. pengujian dan desain tertentu untuk testability, harus menjadi bagian integral dari desain, pengembangan dan proses produksi.
Model tes skala kecil (uji coba di laboratorium)	Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters Kesalahan perhitungan teori pada variasi gelombang berdasarkan data penelitian dan analisa teori Tes model survival dilakukan dengan estimasi gelombang dengan cuaca baik.	Tes uji coba di laboratorium tidak sesuai pengujian prosedur class, maka dilakukan perhitungan ulang sampai sesuai dengan prosedur. Tes model survival di coba dalam estimasi cuaca buruk dengan variasi gelombang.	Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters Mengalami kegagalan uji coba pada tes model survival dengan variasi gelombang pada cuaca baik dan cuaca buruk.	Biaya uji coba di laboratorium. Kerugian tidak sebesar uji coba di perairan laut.	Perhitungan variasi gelombang, ukuran prototype, tahanan prototype harus teliti	Menurut DNV – Guideline for Wave Energy Converters Tes model hidrodinamika harus dilakukan untuk: -Variasikan gelombang untuk mengkonfirmasi bahwa penting fitur hidrodinamik yang tidak diabaikan. -Dukungan teoritis perhitungan. -Verifikasi teori umum Tes model survival kinerja harus dilakukan karena

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
						efek non-linear pada struktur dengan gelombang yang kuat.
Prototipe atau model tes skala besar (di perairan laut)	Menurut ISO 2394:1998 (D.3) Kesalahan dalam penentuan faktor konversi pada eksperimen dan teori analisa	Kesalahan karena estimasi ukuran prototype PLTAL, waktu, dan lingkungan	Menurut ISO 2394:1998 (D.3) Disesuaikan dengan penelitian terdahulu untuk estimasi ukuran prototype PLTAL, waktu dan lingkungan. Banyaknya data teori yang di kumpulkan untuk estimasi estimasi ukuran prototype PLTAL, waktu dan lingkungan.	Bila cuaca buruk prototype tidak dapat di uji coba dan menunda uji coba prototype, karena bergantung dengan cuaca alam. Bila mengalami kegagalan pengujian di perairan laut maka nominal kerugian juga besar.	Prototype pada uji coba di lingkungan perairan laut dalam pengolahan data harus teliti	Menurut ISO 2394:1998 (D.3) Kondisi saat pengujian mungkin berbeda dari kondisi untuk dimaksudkan struktur dalam yang sebenarnya lingkungan hidup. Faktor konversi harus ditetapkan oleh eksperimen atau teoritis analisis. Pengaruh menyumbang dengan faktor konversi dapat mencakup: Efek ukuran; Efek waktu; Kondisi lingkungan

Worksheet C. Analisa risiko kontruksi, transportasi dan instalasi

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Bahan material dan komponen kualifikasi atau pengujian penerimaan	Menurut ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts: Bagian 6 (1.1) Uji tes pada desain bahan material selama kontruksi tidak sesuai dengan kualitas class, pengujian tidak dilakukan secara keseluruhan, dan mengalami kerusakan saat pengujian.	Uji tes bahan material tidak diterima karena tidak melakukan keseluruhan pengujian dan mengalami kerusakan saat di uji.	Menurut ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts: Bagian 6 (1.1) Melakukan pengujian pada uji tes bahan material berulang-ulang sampai berdasarkan prosedur class	Pekerjaan instalasi PLTAL mengalami keterlambatan bila melakukan pengujian berulang-ulang sehingga tidak efisien waktu	Kerugian nominal karena proses pengujian berangsur-angsur dan proyek mengalami penundaan.	Menurut ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts: Bagian 6 (1.1) Dokumen mengharuskan berbagai tes atau aspek kritis desain diteliti selama kontruksi untuk memastikan tingkat kualitas yang tinggi. Jenis pengujian yang mungkin diperlukan sebagai syarat menerima aplikasi meliputi: materi pengujian; destruktif pengujian seperti pengujian bust, pengujian kelelahan dan jenis pengujian gagal; pengujian tidak mengalami kerusakan atau pengujian bukti komponen.

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Fabrikasi struktural platform	Menurut EMEC – Guidelines for Manufacturing, Assembly, and Testing of Marine Energy Conversion Systems: Kualitas struktural platform pada kontrak ulasan dilakukan tidak keseluruhan sehingga tidak sesuai perencanaan dan berdasarkan prosedur class.	Dokumen yang didapat tidak lengkap. Tidak sesuai kontrak ulasan dan prosedur class.	Menurut EMEC – Guidelines for Manufacturing, Assembly, and Testing of Marine Energy Conversion Systems: Tidak mendapatkan sertifikat pada fabrikasi struktural platform dari class.	Tidak dapat melakukan instalasi peletakan PLTAL di Selat Nusa Penida	Proyek dapat mengalami kegagalan karena tidak melakukan perencanaan sesuai prosedur class. Sertifikat sebagai bukti melakukan pengujian yang pernah dilakukan tidak digunakan, karena ketidak lengkapan melakukan pengujian fabrikasi struktural platform.	Menurut EMEC – Guidelines for Manufacturing, Assembly, and Testing of Marine Energy Conversion Systems: Dokumen ini menentukan teknik untuk perencanaan dan kualitas struktural platform. Termasuk bagian menangani: Kontrak ulasan (termasuk inspeksi dan tahap sertifikasi); memproduksi dan pengerjaan; pengelasan; inspeksi dan pengujian hasil pengelasan; perakitan; instalasi listrik; pelapis permukaan; pabrik dan penerimaan pengujian; dan sertifikasi.

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Mesin dan peralatan instalasi PLTAL	<p>Menurut ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts:</p> <p>Bagian 6 (1.1) Proses uji coba mesin dan peralatan instalasi PLTAL pada saat analisa data tidak sesuai.</p>	<p>Perhitungan yang salah pada analisa data karena tidak sesuai uji coba. Peralatan uji coba tidak lengkap, sudah seharusnya tidak digunakan lagi.</p>	<p>Menurut ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts:</p> <p>Bagian 6 (1.1) Perhitungan analisa data dan uji coba harus dilakukan sampai sesuai capaian kualitas sesuai prosedur class. Workshop atau galangan harus di survei untuk mendapatkan uji coba yang sesuai class.</p>	<p>Melakukan analisa data yang sesuai dengan proyek PLTAL. Melakukan survei workshop dan galangan yang lengkap untuk kontruksi, transportasi dan instalasi mesin dan peralatan PLTAL di Selat Nusa Penida-Bali</p>	<p>Analisa yang dilakukan banyak agar mengetahui ketelitian data sesuai dengan hasil uji coba. Mencari dan mensurvei workshop dan galangan.</p>	<p>Menurut ABS – Guidance Notes on Review and Approval of Novel Concepts:</p> <p>Bagian 6 (1.1) instalasi diharuskan melakukan uji coba kritis dari aspek desain menjadi teliti selama konstruksi untuk memastikan tingkat kualitas yang tinggi. Jenis pengujian yang mungkin diperlukan sebagai syarat menerima aplikasi meliputi:</p> <p>Sub-rakitan, dan Pengujian fungsional melalui analisis dan jenis tes commissioning untuk memastikan sistem melakukan sebagaimana dimaksud.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Transportasi yang mengangkut PLTAL	<p>Menurut GL IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines: (1.2.3.5) Tidak tersedia transportasi untuk pengawasan transportasi. (2.2.3)Kontruksi PLTAL dalam kondisi buruk ketika ditinggal dalam cuaca buruk dalam jangka waktu lama. (3.1) Persyaratan diletakkan instalasi PLTAL di selat nusa penida tidak mengikuti aturan class (9) pedoman class secara manual dalam transportasi mengangkut PLTAL tidak sesuai (10) dalam operasional tidak sesuai perencanaan dan tidak bersertifikat sesuai class</p>	<p>Mensurvei transportasi yang dapat mengangkut PLTAL di Selat Nusa Penida-Bali. Kontruksi PLTAL dapat mengalami kerusakan bila tidak melakukan pengawasan apabila cuaca buruk. Class tidak memberi izin sampai persyaratan sesuai prosedur dalam transportasi pengangkutan PLTAL dan selama operasional dan sertifikat harus sesuai aturan class yang dilengkapi.</p>	<p>Menurut GL IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines: (1.2.3.5) Setelah di survei transportasi pengangkutan PLTAL tidak sesuai dengan aturan class. (2.2.3)PLTAL di uji coba sampai mampu bertahan dengan cuaca buruk ketika sudah dioperasikan di Selat Nusa Penida-Bali (3.1)Memenuhi persyaratan sesuai class (9)Menyesuaikan pedoman class secara manual dalam transportasi (10)Persyaratan dan penyesuaian pedoman manual dilakukan sampai sertifikat semua terpenuhi.</p>	<p>Menyewa transportasi kapal yang sesuai dengan pengangkutan PLTAL untuk proses instalsi dan pengawasan. Transportasi kapal dalam cuaca buruk masih di operasionalkan sebagai pengawasan PLTAL.</p>	<p>Pertimbangan nominal terhadap biaya sewa kapal sebagai alat transportasi pengangkutan peletakan PLTAL di Selat Nusa Penida-bali dan pengawasan PLTAL selama operasional. Kapal harus mampu beroperasi untuk mengawasi PLTAL selama cuaca buruk.</p>	<p>Menurut GL IV, 14, Part 1 – Ocean Current Turbines: (1.2.3.5) Menyediakan untuk pengawasan transportasi dan instalasi. (2.2.3) Selama konstruksi PLTAL berada dalam kondisi aman, bahkan ketika ditinggalkan untuk jangka panjang karena cuaca buruk . (3.1) Persyaratan diletakkan dalam Pedoman GL Sertifikasi Offshore Wind Turbines, Bab 3, harus diikuti mengenai manufaktur, kualitas manajemen, bahan, produksi, dan korosi control. Untuk topik tidak dipertimbangkan</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
						<p>dalam Pedoman daftar GL Pedoman disajikan secara manual akan dibangun dan bersertifikat di sesuai dengan Pedoman Sertifikasi Offshore Wind Turbines, (9) untuk memasukkan manual untuk transportasi laut dan instalasi PLTAL.</p> <p>(10) operasional PLTAL harus direncanakan, dilakukan dan bersertifikat di sesuai dengan Pedoman Sertifikasi Offshore Wind Turbines</p>

Worksheet D. Kriteria risiko operasi, inspeksi, pemeliharaan, dan perbaikan

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
<p>Perencanaan, penjadwalan dan inspeksi tidak dilakuan secara berkala</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312 (Sec.1.E.107) Pemeriksaan bila tidak berkala maka tidak mendapat sertifikat prototipe (Sec.2.A.301) Tidak sesuai dengan prosedur pemeliharaan (Sec.2.C.1101) Survei tahunan dan survei 5 tahun tidak komprehensif (Sec.2.C.1102) Bila tidak melakukan pemeriksaan secara berkala tidak mendapat pertimbangan PLTAL di sertifikat.</p>	<p>Sertifikat prototipe tidak berlaku, tidak mendapat pemeriksaan dan pertimbangan, operasional PLTAL diberhentikan.</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312 (Sec.1.E.107) Bila tidak mendapat sertifikat proses operasional prototipe diberhentikan. (Sec.2.A.301) Prosedur pemeliharaan tidak berlaku (Sec.2.C.1101) Survei tahunan dan survei 5 tahun sudah tidak di ikuti lagi (Sec.2.C.1102) Class akan mencabut pertimbangan sertifikat</p>	<p>Tidak mengetahui komponen mana yang perlu di perbaiki bila tidak sesuai aturan pemeriksaan dari class dan menjadi mudah mengalami kerusakan.</p>	<p>Sertifikat dicabut, keluar dari class, kerusakan pada PLTAL</p>	<p>Menurut DNV-OSS-312 (Sec.1.E.107) Sertifikat prototipe berdasarkan sukses evaluasi: Pemeriksaan berkala (Sec.2.A.301) Lingkup untuk sertifikasi terdiri dari: Prosedur pemeliharaan (Sec.2.C.1101) Untuk mempertahankan sertifikat perangkat akan perlu menjalani survei biasa. Ini akan melibatkan survei tahunan dan survei 5 tahun lebih komprehensif . Survei lokasi akan ditentukan oleh peletakan desain. (Sec.2.C.1102) Survei akan mempertimbangkan pemeriksaan dan pemeliharaan.</p>

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Platform sistem floating (mengambang)	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety (9.4)Dokumen dan pencatatan tidak sesuai prosedur pada sistem floating PLTAL (9.19) Tidak melaporkan bila ada insiden, kecelakaan kerja dan kontraktor pasif dalam pelaporan. (10.3) Tidak adanya dokumentasi pada perangkat sesuai prosedur pada kinerja operasional sistem floating platform	Dokumen tidak dapat dipertanggung jawabkan bila ada insiden, kecelakaan kerja. Sistem floating tidak di dokumentasikan sesuai prosedur.	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety (9.4) Bila tidak ada dokumentasi secara berkala pada sistem floating PLTAL, maka insiden tidak dapat diketahui penyebabnya apa secara tertulis. (9.19)Bila ada laporan dari pihak luar atau masyarakat sekitar dapat mendapat sanksi hukum karena kelalaian kerja dan pengawasan. (10.3) Komponen yang mengalami kerusakan tidak diketahui.	Dapat menimbulkan ketidaktahuan pada bagian mana dari system ini yang mengalami kerusakan bila pada proses instalasi, peletakan di lokasi sampai operasional pada system floating platform tidak di dokumentasikan sesuai prosedur.	Kerugian secara nominal. Tidak mendapat asuransi karena bila terjadi insiden tidak ada dokumentasi.	Menurut EMEC – Guidelines for Health and Safety (9.4) Direkomendasikan bahwa ada dokumen dan pencatatan prosedur. Daftar dokumen yang perlu dikendalikan (9.19) Direkomendasikan bahwa ada prosedur untuk melaporkan insiden apapun, kecelakaan, dan bahwa semua kontraktor berpartisipasi dalam pelaporan. (10.3) Data pada kinerja operasional perangkat harus direkam. Pemeliharaan catatan wajib untuk setiap perangkat.

Hazardous element	Trigging event 1	Hazardous condition	Trigging event 2	Potential accident	Effect	Corrective measures
Sistem mooring PLTAL	Menurut API RP SK – Stationkeeping Systems for Floating Structures: (2.2) metode inspeksi dilakukan tidak rutin (2.3)prosedur pemeriksaan tidak berdasarkan class (2.6) jadwal pemeriksaan pada bagian tali kawat tidak sesuai prosedur dan penjadwalan (4.5) hanya melakukan satu teknik atau tidak sama sekali pada penjadwalan tali fiber (5.2)tidak melakukan teknik inspeksi sesuai prosedur (5.5)inspeksi dan prosedur pemeliharaan tidak sesuai dengan penjadwalan/menunda	Dapat mengalami kerusakan secara tiba-tiba pada sistem mooring PLTAL, karena prosedur inspeksi dan pemeliharaan tidak sesuai.	Menurut API RP SK – Stationkeeping Systems for Floating Structures: (2.2) bila metode inspeksi tidak rutin, komponen yang harusnya diperbaiki tambah mengalami kerusakan (2.3)izin operasional PLTAL dicabut (2.6) tali kawat pada sistem mooring dapat mengalami fatigue, dan terputus secara tiba-tiba. (4.5)melakukan inspeksi tidak sesuai (5.2)class dapat mengetahui dan memberhentikan operasional kerja PLTAL bila inspeksi tidak sesuai prosedur (5.5) akan mengganggu pekerjaan inspeksi sistem lainnya, karena tidak melakukan inspeksi sesuai periode.	Mengalami kerusakan pada saat operasional selanjutnya karena tidak melakukan inspeksi system mooring sesuai prosedur. Dapat menimbulkan kerusakan pada sistem lainnya.	Kerugian nominal disebabkan izin operasional dicabut class Komponen yang rusak dan harus mengalami perbaikan akan semakin rusak bila sudah masa periodenya untuk ganti.	Menurut API RP SK – Stationkeeping Systems for Floating Structures: (2.2) metode inspeksi; (2.3) prosedur pemeriksaan (Langkah-langkah yang sebenarnya untuk mengikuti); (2.6) jadwal pemeriksaan pada bagian tali kawat: (4.5) tujuan pemeriksaan, dan jadwal tali fiber: (5.2) teknik inspeksi (5.5) inspeksi dan prosedur pemeliharaan.



Penulis kelahiran Surabaya, 14 Juni 1993 dari Jawa Timur, Indonesia. Anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal yaitu TK Dharmawanita ITS, SDN Keputih No. 245 Surabaya, SMPN 19 Surabaya, SMAN 3 Surabaya dan melanjutkan ke Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Noember di Surabaya melalui jalur reguler SNMPTN pada tahun 2011 dan terdaftar menjadi mahasiswi dengan NRP. 4211100050. Selama kuliah, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan dan organisasi yakni Panitia Fotografi di *Marine Icone*, Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan bidang Media Informatika, Anggota Laboratorium *Marine Manufacture Design*. Pada penulisan skripsi, penulis mengambil bidang *Marine Manufacture Design* untuk menyelesaikan skripsi. Penulis dapat di hubungi via e-mail melalui vivy.brilliani@gmail.com bila ada penelitian terkait skripsi yang telah dikerjakan ini.