

**LAPORAN AKHIR RUMAH PROGRAM 2022
ORGANISASI RISET ILMU PENGETAHUAN KEBUMIHAN - BRIN**

| | | |
|--------------------------------|--|---|
| Judul Riset | KAJIAN MITIGASI BENCANA HIDROMETROLOGI DAN TSUNAMI SEKTOR TRANSPORTASI LAUT/KAWASAN PELABUHAN SEKITARNYA | |
| Tim Penelitian | 1. | Dr. Aprijanto, S.T., M.Si, IPU (Principal Investigator) PR T.Hidrodinamika -OR Energi Manufaktur, BRIN Email : aprijanto@brin.go.id |
| | 2. | Ir. Joko Sutopo, S.T, MT, IPU Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY), Email :jksutopo@gmail.com |
| | 3. | Tjahjono Prijambodo, S.Si, M.Si PR T.Hidrodinamika -OR Energi Manufaktur, BRIN Email : tiah002@brin.go.id |
| | 4. | Ir. Muhammad Alfian Santoso, M.T PR T.Hidrodinamika -OR Energi Manufaktur, BRIN Email : muha023@brin.go.id |
| | 5. | Nurkhalis Rahili, S.T. PR T.Hidrodinamika -OR Energi Manufaktur, BRIN Email : nurk006@brin.go.id |
| | 6. | Danang Ariyanto, ST PR T.Hidrodinamika -OR Energi Manufaktur, BRIN Email : dana013@brin.go.id |
| Rumah Program & WBS | Rumah Program: Kebencanaan WBS: Science-Policy Interface (SPI) | |
| Volume Luaran 2022 | 1 (satu) Desain Awal Purwarupa 1 (satu) Submitted Publikasi Internasional | |
| TKT Luaran | Skala 5 | |
| Kebutuhan Anggaran 2022 | OR IPK - Bahan dan Analisis : Rp. 55.600.000,- Deputi Fasilitas - Sampling Lapangan : Rp. 38.348.000,- Deputi Infrastruktur - Modal/Alat : Rp. _____ | |

Yogyakarta, 14 Maret 2022

Mengetahui

Plt. Kepala

Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika

Principal Investigator

Dr. -Ing. Ir. Widjo Kongko, M.Eng

NIP. 196707211997031002

Dr. Aprijanto, S.T., M.Si, IPU

NIP. 197104301996031001

**SURAT PERNYATAAN KESANGGUPAN
SEBAGAI MITRA RISET RUMAH PROGRAM KEBENCANAAN
ORGANISASI RISET ILMU PENGETAHUAN KEBUMIHAN
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ir.Joko Sutopo, S.T., M.T, IPU

Jabatan : Wakil Rektor Bidang Keanovasi, Kewirausahaan dan
Pengabdian Masyarakat

Nama Institusi : Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY)

Alamat : Jl. Ring Road Utara, Jombor, Sleman, D.I. Yogyakarta

Menyatakan bahwa saya memiliki komitmen, kemampuan dan kesanggupan untuk memberikan dukungan penuh serta bekerja sama sebagai mitra riset dengan topik :

**KAJIAN MITIGASI BENCANA HIDROMETROLOGI DAN TSUNAMI
SEKTOR TRANSPORTASI LAUT/KAWASAN PELABUHAN SEKITARNYA**

Hal-hal lain yang mengatur peran/kontribusi dan tanggung jawab dalam kerja sama tersebut akan didiskusikan dan diatur secara terpisah berdasarkan kesepakatan ke dua belah pihak.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 09 Januari 2022
Yang menyatakan,

Ir. Joko Sutopo, S.T., M.T, IPU
NIDN. 0503107502

ABSTRAK

Sebagai negara dengan tingkat bencana tinggi, diperlukan solusi mitigasi untuk mengurangi risiko bencana. Berbagai pihak yang berkepentingan telah berupaya menciptakan dan mengembangkan sistem mitigasi bencana. Tidak terkecuali, sektor transportasi laut. Upaya pemerintah saat ini banyak terfokus pada upaya penanggulangan pascabencana, seperti pada sektor transportasi laut, dimana telah dikeluarkan maklumat terkait penanggulangan musibah pelayaran oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.

Motivasi melaksanakan kajian ini, selain pentingnya upaya penanggulangan terhadap musibah pelayaran, tidak kalah pentingnya adalah bagaimana memastikan bagaimana peringatan dini dapat benar-benar berjalan dengan baik. Peringatan dini bencana yang handal sangat dibutuhkan mengingat pelayaran sangat bergantung pada kondisi alam dan banyak infrastruktur transportasi laut berlokasi di wilayah pesisir. Pelabuhan di Indonesia sebagian besar ada di zona bahaya gempa dan tsunami. Untuk tsunami kecil, pelabuhan-pelabuhan ini sudah didesain bisa bertahan, tetapi untuk tsunami yang besar harus diperkuat lagi. Pada perencanaan dan desain fasilitas pelabuhan sudah seharusnya disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan karakteristik wilayah. Saat ini desain perencanaan dan pembangunan di banyak fasilitas transportasi laut belum mempertimbangkan ketahanan gempa, bencana hidrometeorologi dan tsunami. Perencana fasilitas pelabuhan seharusnya mendesain atau merencanakan bangunan yang tahan terhadap gempa dan tsunami serta telah mempertimbangkan aspek-aspek teknis lainnya yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan pelabuhan tersebut.

Metodologi yang akan dilaksanakan meliputi (1) Persiapan peralatan dan bahan, (2) Pengkayaan studi pustaka, (3) Pengumpulan data, berupa Inventarisasi fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan; Inventarisasi fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana di atas kapal; Identifikasi standar operasional prosedur (SOP) mitigasi bencana di pelabuhan yang dijadikan objek survei; melakukan *benchmarking/focus group discussion* untuk beberapa kondisi eksisting pelabuhan dengan pakar ahli bidang pelabuhan dan keselamatan pelayaran, (4) Pengolahan dan analisa data, meliputi analisis ketersediaan fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan; analisis lokasi fasilitas *early warning system*; dan analisis pemetaan kesiapan pelabuhan dan pelayaran menghadapi bencana hidrometeorologi dan tsunami, berdasarkan lokasi pelabuhan dan kapal yang dilakukan survei; (5) Menyusun Desain *Safety Water Transportation Monitoring System* (SWTMS) guna mendukung *early warning system*.

Hasil dari rekomendasi penguatan sistem peringatan dini dan penanganan mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan dan di atas kapal, merupakan upaya pencegahan dampak bencana, dan salah satu paya dari pengurangan risiko bencana hidrometeorologi yang akan dikaji adalah pemanfaatan teknologi dengan menyusun desain *Safety Water Transportation Monitoring System* (SWTMS) sebagai salah satu media menyebarkan informasi. Pertimbangan menyusun desain model tersebut karena saat ini yang marak dikembangkan adalah sistem peringatan dini untuk salah satu tipe bencana kelautan, seperti Ina-TEWS (*Indonesia Tsunami Early Warning System*). Dilain pihak, bukan hanya Tsunami satu-satunya yang menjadi ancaman bencana bagi masyarakat pesisir, melainkan juga bahaya ancaman hidrometeorologi. Desain *Safety Water Transportation Monitoring System* (SWTMS), serta buku panduan Standar Operasional Prosedur (SOP) mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan dan di atas kapal, **hipotesis ini diharapkan** dapat memudahkan untuk lebih peka terhadap fenomena alam, karena dengan indikator perubahan perairan sekitarnya dapat dideteksi, sehingga akan lebih efektif dan efisien dalam upaya pengurangan risiko bencana sehingga dapat dilaksanakan tindakan preventif meminimalisasi kerugian dan dampak dari bencana dalam mengelola operasional transportasi laut dan kawasan pelabuhan sekitarnya.

LATAR BELAKANG

Berdasarkan data yang dirilis Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), hingga sampai 16 Desember 2019, telah terjadi 3.662 kali bencana di Indonesia. Dari angka tersebut, sebanyak 3.586 kejadian bencana merupakan bencana hidrometeorologi, diikuti banjir sebanyak 734 kejadian dan tanah longsor sebanyak 685 kejadian. Bencana kebakaran hutan menempati urutan ketiga dengan sebanyak 744 kejadian. Selain itu, tercatat sebagian besar wilayah Indonesia sangat rawan gempa dan tsunami, hanya pantai timur Sumatera, pantai barat dan selatan Kalimantan, dan pantai utara Jawa yang relatif aman tsunami. Berdasarkan pemodelan yang dilaksanakan BPPT, gempa dari zona *megathrust* di selatan Jawa berpotensi memicu tsunami dengan ketinggian 10-15 meter di sekitar Bandara Internasional Yogyakarta dengan waktu tiba tsunami diperkirakan 30-35 menit setelah gempa bumi. Tsunami besar yang menimpa sebagian wilayah pasifik pada tahun 2004 menyadarkan dunia dan khususnya Indonesia betapa pentingnya upaya mitigasi, untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari bencana. Wilayah Indonesia dengan sekitar 17.000 pulau dan dukungan 1.241 pelabuhan yg tersebar, juga berada pada lempengan gugusan daerah yang rawan gempa dan tsunami serta ancaman bencana hidrometeorologi, maka perlu dipersiapkan fasilitas *early warning* yang dapat memberikan peringatan dini sebelum terjadi bencana.

Sebagai negara dengan tingkat bencana tinggi, diperlukan solusi mitigasi untuk mengurangi risiko bencana. Berbagai pihak yang berkepentingan telah berupaya menciptakan dan mengembangkan sistem mitigasi bencana. Tidak terkecuali, sektor transportasi laut. Upaya pemerintah saat ini banyak terfokus pada upaya penanggulangan pascabencana, seperti pada sektor transportasi laut, dimana telah dikeluarkan maklumat terkait penanggulangan musibah pelayaran oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.

Selain pentingnya upaya penanggulangan terhadap musibah pelayaran, tidak kalah pentingnya adalah bagaimana memastikan bagaimana peringatan dini dapat benar-benar berjalan dengan baik. Peringatan dini bencana yang handal sangat dibutuhkan mengingat pelayaran sangat bergantung pada kondisi alam dan banyak infrastruktur transportasi laut berlokasi di wilayah pesisir. Pelabuhan di Indonesia sebagian besar ada di zona bahaya gempa dan tsunami. Untuk tsunami kecil, pelabuhan-pelabuhan ini sudah didesain bisa bertahan, tetapi untuk tsunami yang besar harus diperkuat lagi. Pada perencanaan dan desain fasilitas pelabuhan sudah seharusnya disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan karakteristik wilayah. Saat ini desain perencanaan dan pembangunan di banyak fasilitas transportasi laut belum mempertimbangkan ketahanan gempa dan tsunami. Perencana fasilitas pelabuhan seharusnya mendesain atau merencanakan bangunan yang tahan terhadap gempa, ancaman bencana

hidrometrologi dan tsunami serta telah mempertimbangkan aspek-aspek teknis lainnya yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan pelabuhan tersebut.

Indonesia terletak pada titik temu 4 lempeng utama bumi, yakni: i) Lempeng Pasifik; ii) Lempeng Eurasia; iii) Lempeng Samudra Hindia-Australia; dan iv) Lempeng Philipina. Bencana alam, khususnya bencana alam kebumihan di Indonesia, sangat erat kaitannya dengan posisi tektonik Indonesia tersebut. Konsep Tektonik Lempeng menekankan bahwa semua lempeng dunia selalu saling bergerak satu sama lainnya. Namun demikian hanya di pinggiran lempenglah terdapat aktivitas geodinamik yang menyebabkan konfigurasi bumi sebagaimana terlihat sekarang dan menjelaskan gejala-gejala bencana kebumihan dan juga mempengaruhi bencana kelautan dan bencana atmosferik, seperti konfigurasi benua dan distribusi benua dan samudra (Fowler, 1990). Jadi, dapat dimengerti mengapa di Indonesia banyak sekali terjadi bencana kebumihan seperti gempa bumi, tsunami, peletusan volkanik, serta tanah longsor. Disamping itu bencana kelautan dan bencana atmosferik yang satu sama lain erat hubungannya, datang silih berganti. Dengan alasan yang sama, gejala-gejala seperti El Nino, La Nina lahir pula di kepulauan Indonesia, di samping variasi-variasi iklim yang muncul diantara kepulauan Indonesia dan Benua Australia (Climate Change, 1995).

Perubahan iklim merupakan fenomena alam yang terjadi di bumi dewasa ini dengan dampak yang dapat merugikan bagi seluruh kehidupan. Perubahan iklim adalah perubahan yang terjadi secara signifikan dari pola-pola cuaca (suhu di atmosfer dan di laut, curah hujan, pola angin, dan variabel lainnya) yang dihitung berdasarkan statistik dalam rentang waktu puluhan hingga ratusan tahun lamanya dalam cakupan regional maupun global. Perubahan iklim bisa terjadi karena faktor keragaman (variability) iklim itu sendiri maupun akibat dari pemanasan global (global warming) dan perubahan lingkungan (misal: perubahan komposisi atmosfer dan tata guna lahan). Penyebab utamanya bisa dikarenakan aktivitas manusia (*humanmade/anthropogenic factor*) ataupun faktor alam (*nature*) seperti fenomena iklim La Nina-El Nino, dll. Analisis Organisasi Pangan dan Pertanian PBB (FAO) menemukan bahwa di seluruh dunia antara periode tahun 2003 dan 2013, dalam studi jumlah rata-rata tahunan bencana yang disebabkan oleh semua jenis bencana alam, termasuk peristiwa terkait iklim, hampir meningkat dua kali lipat sejak tahun 1980-an.

Indonesia adalah laboratorium bencana dengan 13 jenis bencana di dalamnya. Sejarah kejadian bencana menunjukkan ada peningkatan bencana dari waktu ke waktu. Meningkatnya faktor kerentanan dan masih terbatasnya kapasitas juga menyebabkan risiko bencana makin meningkat di masa mendatang. Hal ini menjadi tantangan dalam penanggulangan bencana. Pemahaman terhadap iklim dan perubahannya mendukung proses antisipasi bencana dan

membantu pengambil keputusan pada semua level untuk membuat keputusan – tidak saja yang terbaik, tetapi juga membawa manfaat yang besar bagi kemaslahatan kehidupan orang banyak.

Perubahan iklim mempengaruhi hampir seluruh sektor sosio-ekonomi, dari pertanian hingga pariwisata, dari infrastruktur hingga kesehatan. Perubahan iklim memberi pengaruh yang kuat salah satunya adalah pada sector transportasi, terutama transportasi laut. Indonesia sebagai negara maritim tentunya sangat mengandalkan transportasi laut sebagai andalan dalam memindahkan orang dan barang dari satu pulau ke pulau yang lain.

STATE OF THE ART

Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 3 Tahun 2012 tentang Pedoman Penilaian Kapasitas dalam Penanggulangan Bencana

Pedoman ini bertujuan untuk memberikan panduan yang memadai untuk mengkaji kapasitas daerahnya masing-masing dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana dan untuk mengoptimalkan upaya peningkatan kapasitas daerah dengan berfokus kepada prioritas-prioritas peningkatan yang terukur, terarah, dan menyeluruh. Selain itu juga untuk menyelaraskan arah kebijakan pembangunan kapasitas untuk pengurangan risiko bencana antara pemerintah pusat, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/kota.

Panduan Penilaian Kapasitas Daerah diharapkan dapat digunakan baik pada tingkat provinsi maupun kabupaten/kota untuk menilai, merencanakan, mengimplementasikan, memonitoring dan mengembangkan lebih lanjut kapasitas daerah yang dimilikinya untuk mengurangi risiko bencana. Pada tingkat kabupaten/kota, kajian dilaksanakan berdasarkan masukan dan kondisi kekinian dari beberapa parameter yang diukur dalam panduan ini. Pada tingkat provinsi, kajian dilaksanakan berdasarkan tingkat kapasitas daerah kabupaten/kota di wilayah pemerintahannya dan pengukuran prioritas kapasitas yang telah dimiliki di internal pemerintahan provinsi sendiri. Penilaian dilaksanakan dengan metode diskusi terfokus yang didampingi oleh seorang fasilitator. Untuk membantu proses diskusi, panduan ini juga telah menyediakan panduan teknis untuk fasilitator serta sebuah daftar isian yang nantinya diisi oleh seluruh peserta diskusi. Daftar pertanyaan yang ada dalam kuesioner ini diadaptasikan dari 22 Indikator Pencapaian Kerangka Aksi Hyogo (KAH).

Sekilas tentang Prioritas dan Indikator KAH

Kerangka Aksi Hyogo (*Hyogo Framework for Actions/HFA*) selanjutnya disebut KAH adalah konsesus bersama negara-negara penandatangan deklarasi untuk aksi pengurangan risiko bencana dalam pembangunan. Merupakan dasar ratifikasi sistem dan mekanisme penyelenggaraan penanggulangan bencana di Indonesia. Kerangka Aksi Hyogo (KAH) merupakan kesepakatan lebih dari 160 negara untuk mengarusutamakan pengurangan risiko bencana dalam pembangunan. Indonesia sebagai salah satu negara yang menyepakati KAH, meratifikasi KAH ini dalam Sistem Penanggulangan Bencana Nasional. Beberapa wujud ratifikasi KAH ini adalah Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Rencana Nasional Penanggulangan Bencana, Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana dan lainnya. Setiap tahunnya, Indonesia melaporkan pencapaian KAH ke salah satu sekretariat PBB yang bernama UN-ISDR (*United Nations International Strategic for Disaster Reduction*).

Prioritas program pengurangan risiko bencana KAH dan indikator pencapaiannya adalah:

- a. Memastikan bahwa pengurangan risiko bencana menjadi sebuah prioritas nasional dan lokal dengan dasar kelembagaan yang kuat untuk pelaksanaannya, dengan indikator pencapaian:
 - 1) Kerangka hukum dan kebijakan nasional/lokal untuk pengurangan risiko bencana telah ada dengan tanggung jawab eksplisit ditetapkan untuk semua jenjang pemerintahan;
 - 2) Tersedianya sumber daya yang dialokasikan khusus untuk kegiatan pengurangan risiko bencana di semua tingkat pemerintahan;
 - 3) Terjalinnnya partisipasi dan desentralisasi komunitas melalui pembagian kewenangan dan sumber daya pada tingkat lokal;
 - 4) Berfungsinya forum/jaringan daerah khusus untuk pengurangan risiko bencana.
- b. Tersedianya Kajian Risiko Bencana Daerah berdasarkan data bahaya dan kerentanan untuk meliputi risiko untuk sektor-sektor utama daerah; dengan indikator:
 - 1) Tersedianya Kajian Risiko Bencana Daerah berdasarkan data bahaya dan kerentanan untuk meliputi risiko untuk sektor-sektor utama daerah;
 - 2) Tersedianya sistem-sistem yang siap untuk memantau, mengarsip dan menyebarluaskan data potensi bencana dan kerentanan-kerentanan utama;
 - 3) Tersedianya sistem peringatan dini yang siap beroperasi untuk skala besar dengan jangkauan yang luas ke seluruh lapisan masyarakat;

- 4) Kajian risiko daerah mempertimbangkan risiko-risiko lintas batas guna menggalang kerjasama antar daerah untuk pengurangan risiko.
- c. Terwujudnya penggunaan pengetahuan, inovasi dan pendidikan untuk membangun kapasitas dan budaya aman dari bencana di semua tingkat; dengan indikator:
- 1) Tersedianya informasi yang relevan mengenai bencana dan dapat diakses di semua tingkat oleh seluruh pemangku kepentingan (melalui jejaring, pengembangan sistem untuk berbagi informasi, dan seterusnya);
 - 2) Kurikulum sekolah, materi pendidikan dan pelatihan yang relevan mencakup konsep-konsep dan praktik-praktik mengenai pengurangan risiko bencana dan pemulihan;
 - 3) Tersedianya metode riset untuk kajian risiko multibencana serta analisis manfaat biaya (*cost benefit analysis*) yang selalu dikembangkan berdasarkan kualitas hasil riset;
 - 4) Diterapkannya strategi untuk membangun kesadaran seluruh komunitas dalam melaksanakan praktik budaya tahan bencana yang mampu menjangkau masyarakat secara luas baik di perkotaan maupun pedesaan.
- d. Mengurangi faktor-faktor risiko dasar; dengan indikator:
- 1) Pengurangan risiko bencana merupakan salah satu tujuan dari kebijakan-kebijakan dan rencana-rencana yang berhubungan dengan lingkungan hidup, termasuk untuk pengelolaan sumber daya alam, tata guna lahan dan adaptasi terhadap perubahan iklim;
 - 2) Rencana-rencana dan kebijakan-kebijakan pembangunan sosial dilaksanakan untuk mengurangi kerentanan penduduk yang paling berisiko terkena dampak bahaya;
 - 3) Rencana-rencana dan kebijakan-kebijakan sektoral di bidang ekonomi dan produksi telah dilaksanakan untuk mengurangi kerentanan kegiatan-kegiatan ekonomi;
 - 4) Perencanaan dan pengelolaan pemukiman manusia memuat unsur-unsur pengurangan risiko bencana termasuk pemberlakuan syarat dan izin mendirikan bangunan untuk keselamatan dan kesehatan umum (*enforcement of building codes*);
 - 5) Langkah-langkah pengurangan risiko bencana dipadukan ke dalam proses-proses rehabilitasi dan pemulihan pascabencana;
 - 6) Siap sedianya prosedur-prosedur untuk menilai dampak-dampak risiko bencana atau proyek-proyek pembangunan besar, terutama infrastruktur.
- e. Memperkuat kesiapsiagaan terhadap bencana demi respon yang efektif di semua tingkat, dengan indikator:

- 1) Tersedianya kebijakan, kapasitas teknis kelembagaan serta mekanisme penanganan darurat bencana yang kuat dengan perspektif pengurangan risiko bencana dalam pelaksanaannya;
- 2) Tersedianya rencana kontinjensi bencana yang berpotensi terjadi yang siap di semua jenjang pemerintahan, latihan reguler diadakan untuk menguji dan mengembangkan program-program tanggap darurat bencana;
- 3) Tersedianya cadangan finansial dan logistik serta mekanisme antisipasi yang siap untuk mendukung upaya penanganan darurat yang efektif dan pemulihan pascabencana;
- 4) Tersedianya prosedur yang relevan untuk melakukan tinjauan pascabencana terhadap pertukaran informasi yang relevan selama masa tanggap darurat.

Setiap indikator KAH membutuhkan empat pertanyaan untuk menentukan tingkat pencapaiannya. Struktur pertanyaan setiap indikator tersebut adalah:

- a. Pertanyaan pertama: mengidentifikasi apakah telah digalang inisiatif-inisiatif untuk menghasilkan capaian minimal pada indikator tersebut;
- b. Pertanyaan kedua: mengidentifikasi apakah telah dihasilkan capaian minimal yang dituju oleh indikator tersebut;
- c. Pertanyaan ketiga: mengidentifikasi apakah capaian tersebut telah memiliki kualitas dan/atau manfaat minimal seperti yang diharapkan oleh indikator tersebut;
- d. Pertanyaan keempat: mengidentifikasi apakah telah terjadi perubahan sistemik secara prinsipil berdasarkan output minimal pada indikator tersebut.

Berdasarkan pengukuran indikator pencapaian kapasitas daerah maka kita dapat membagi tingkat kapasitas tersebut kedalam 5 tingkatan, yaitu:

- 1) Level 1: Daerah telah memiliki pencapaian-pencapaian kecil dalam upaya pengurangan risiko bencana dengan melaksanakan beberapa tindakan maju dalam rencana-rencana atau kebijakan.
- 2) Level 2: Daerah telah melaksanakan beberapa tindakan pengurangan risiko bencana dengan pencapaian-pencapaian yang masih bersifat sporadis yang disebabkan belum adanya komitmen kelembagaan dan/atau kebijakan sistematis.
- 3) Level 3: Komitmen pemerintah dan beberapa komunitas terkait pengurangan risiko bencana di suatu daerah telah tercapai dan didukung dengan kebijakan sistematis, namun capaian yang diperoleh dengan komitmen dan kebijakan tersebut dinilai belum menyeluruh hingga masih belum cukup berarti untuk mengurangi dampak negatif dari bencana.

- 4) Level 4: Dengan dukungan komitmen serta kebijakan yang menyeluruh dalam pengurangan risiko bencana disuatu daerah telah memperoleh capaian-capaian yang berhasil, namun diakui ada masih keterbatasan dalam komitmen, sumberdaya finansial ataupun kapasitas operasional dalam pelaksanaan upaya pengurangan risiko bencana di daerah tersebut.
- 5) Level 5: Capaian komprehensif telah dicapai dengan komitmen dan kapasitas yang memadai disemua tingkat komunitas dan jenjang pemerintahan.

Data fisik wilayah pesisir dapat sangat beragam jenisnya, tetapi untuk keperluan operasional manajemen transportasi laut yang diperlukan adalah data yang dapat menjadi indikator perubahan lingkungan perairan. Indikator lingkungan perairan dapat memenuhi kebutuhan kuantisasi dari kecenderungan perubahan atau dinamika dari kawasan pesisir. Persoalannya adalah perangkat apa yang dapat memantau indikator perubahan dan mudah digunakan untuk keperluan pemantauan dalam operasional sehari-hari dan upaya dari pengurangan risiko bencana hidrometrologi yang akan dikaji adalah dengan desain penerapan sistem peringatan dini bencana pesisir, dalam hal ini mengkhususkan daerah kajian di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang dan sekitarnya. Belum pernah ada yang mengembangkan sistem peringatan dini khususnya untuk pengamatan indikator perubahan lingkungan perairan guna keperluan manajemen transportasi laut skala mikro. Sistem peringatan dini merupakan sistem yang menginformasikan kemungkinan terjadinya bahaya sebelum bahaya tersebut terjadi maka diharapkan secara sistematis, komprehensif, terarah, dan lebih terpadu dapat meningkatkan kewaspadaan terhadap risiko bahaya bencana pesisir di tingkat pengelola otoritas pelabuhan, masyarakat sekitarnya serta memperkenalkan tindakan lokal yang perlu diambil untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan dan memanfaatkan teknologi informasi dalam kepentingan bersama ini serta mampu dipergunakan sebagai salah satu penguatan infrastruktur maritim (Phillips & Jones, 2006).

Guna mendukung *Safety Water Transportation Monitoring System* (SWTMS) tersebut diperlukan suatu basisdata yang dikumpulkan secara *realtime* tentang keberadaan indikator perubahan lingkungan perairan guna keperluan manajemen transportasi laut skala mikro. Guna mengatasi persoalan instrumentasi perolehan data sistem tersebut, perlu diupayakan pengembangan sistem perekaman data dari jarak jauh yang mempertahankan ciri-ciri seperti: (1) berbiaya murah; (2) mudah dioperasikan; (3) cepat dalam perolehan hasil; (4) perangkat tersedia di pasaran, dan (5) kualitas hasil yang sesuai dengan kebutuhan. Maka penggunaan teknik videografi dapat menjadi salah satu alternatif yang sesuai (Hall, 2001; Papageorgiou, 2016).

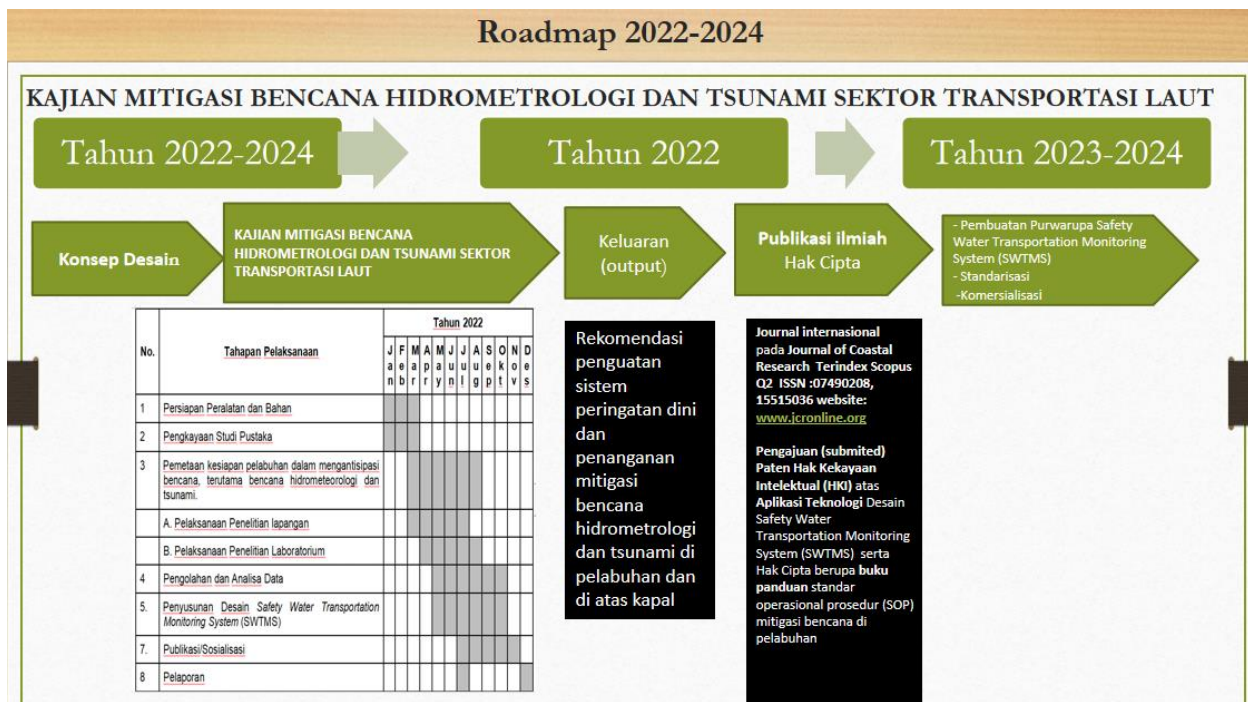
Sejauh ini belum ada yang menggunakan kamera video jenis *handycam/CCTV* guna keperluan mendukung sistem monitoring keselamatan transportasi laut. Jadi sistem video yang menjadi persoalan adalah bagaimana merekayasa penggunaan kamera *handycam/CCTV* yang banyak tersedia di pasaran untuk kepentingan pemantauan wilayah pesisir tentang keberadaan indikator perubahan lingkungan perairan. Menurut Aprijanto, 2015 menyatakan Sistem video dapat digunakan sebagai sensor penginderaan jauh guna menemuknenali keberadaan arus di Pantai Prangtritis. Sistem video tidak hanya berguna bagi kepentingan pengelola, tetapi juga banyak dimanfaatkan oleh masyarakat umum. Masyarakat umum dapat memanfaatkan beberapa situs pengelolaan yang menyediakan gambaran langsung keadaan pesisir saat itu juga. Bagi pengelola, data *time-series* dari rekaman video dapat digunakan untuk menganalisis perubahan pola arus sekitar pantai, serta mampu dipergunakan sebagai salah satu sarana penguatan infrastruktur maritim dalam pemantauan keselamatan pantai (Mertens et al., 2008).

Berdasarkan pertimbangan tersebut di atas peneliti, salah satu ruang lingkup yang akan dilaksanakan dalam kegiatan riset diajukan adalah merekayasa aplikasi teknologi informasi sejauhmana dapat berperan membantu upaya dari pengurangan risiko bencana hidrometrologi, terutama terutama di sekitar Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang dan sekitarnya , dengan menggunakan sistem video yang dikombinasikan dengan teknologi telemetri dan sistem android mendukung sistem peringatan dini. Diharapkan dengan eksplorasi pengolahan data sistem video dalam menemuknenali indikator perubahan lingkungan perairan dapat direkayasa guna pengembangan model sistem peringatan dini. Model sistem peringatan dini tersebut sebagai salah satu upaya mampu meningkatkan kewaspadaan terhadap risiko bencana pesisir di tingkat pengelola pelabuhan, masyarakat serta memperkenalkan tindakan lokal yang perlu diambil untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan dan memanfaatkan teknologi informasi dalam kepentingan bersama.

PETA JALAN (ROADMAP)

Pelaksanaan KAJIAN MITIGASI BENCANA HIDROMETROLOGI DAN TSUNAMI SEKTOR TRANSPORTASI LAUT/KAWASAN PELABUHAN SEKITARNYA direncanakan selama 3 (tiga) tahun. Pada Tahapan tahun pertama, kajian ini akan memfokuskan pada identifikasi dan inventarisasi unsur apa saja yang disiapkan pelabuhan, sebagai bagian dari *early warning system*, dalam mengantisipasi bencana, terutama bencana hidrometeorologi dan tsunami dan penyusunan desain *Safety Water Transportation Monitoring System* (SWTMS), dengan rincian sebagai berikut:

- Inventarisasi fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan;
- Inventarisasi fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana di atas kapal;
- Identifikasi standar operasional prosedur (SOP) mitigasi bencana di pelabuhan yang dijadikan objek survei;
- Analisis ketersediaan fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan;
- Analisis lokasi fasilitas *early warning system*;
- Analisis pemetaan kesiapan pelabuhan dan pelayaran menghadapi bencana hidrometeorologi dan tsunami, berdasarkan lokasi pelabuhan dan kapal yang dilakukan survei;
- Melaksanakan Desain *Safety Water Transportation Monitoring System (SWTMS)* guna mendukung *early warning system*.
- Rekomendasi penguatan sistem peringatan dini dan penanganan mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan dan di atas kapal.



RESEARCH QUESTIONS

Sebagai negara dengan tingkat bencana tinggi, diperlukan solusi mitigasi untuk mengurangi risiko bencana. Berbagai pihak yang berkepentingan telah berupaya menciptakan dan mengembangkan sistem mitigasi bencana. Tidak terkecuali, sektor transportasi laut. Upaya pemerintah saat ini banyak terfokus pada upaya penanggulangan pascabencana, seperti pada sektor transportasi laut, dimana telah dikeluarkan maklumat terkait penanggulangan musibah pelayaran oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.

Selain pentingnya upaya penanggulangan terhadap musibah pelayaran, tidak kalah pentingnya adalah bagaimana memastikan bagaimana peringatan dini dapat benar-benar berjalan dengan baik. Peringatan dini bencana yang handal sangat dibutuhkan mengingat pelayaran sangat bergantung pada kondisi alam dan banyak infrastruktur transportasi laut berlokasi di wilayah pesisir. Pelabuhan di Indonesia sebagian besar ada di zona bahaya gempa dan tsunami. Untuk tsunami kecil, pelabuhan-pelabuhan ini sudah didesain bisa bertahan, tetapi untuk tsunami yang besar harus diperkuat lagi. Pada perencanaan dan desain fasilitas pelabuhan sudah seharusnya disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan karakteristik wilayah. Saat ini desain perencanaan dan pembangunan di banyak fasilitas transportasi laut belum mempertimbangkan ketahanan gempa dan tsunami. Perencana fasilitas pelabuhan seharusnya mendesain atau merencanakan bangunan yang tahan terhadap gempa dan tsunami serta telah mempertimbangkan aspek-aspek teknis lainnya yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan pelabuhan tersebut.

Bencana Kelautan

Bencana kelautan adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang terjadi di laut yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Bencana laut yang disebabkan oleh faktor alam contohnya adalah gelombang tinggi akibat badai siklon, tsunami, gelombang pasang dan abrasi pesisir. Gelombang tinggi yang ditimbulkan oleh efek dari siklon tropis di sekitar wilayah Indonesia dapat berpotensi kuat menimbulkan bencana alam. Indonesia bukan daerah lintasan siklon tropis tetapi keberadaan siklon tropis akan memberikan pengaruh kuat terjadinya angin kencang, gelombang tinggi disertai cuaca buruk. Tsunami yang merupakan serangkaian gelombang ombak laut raksasa yang timbul karena adanya pergeseran di dasar laut akibat gempa bumi juga terbukti menimbulkan bencana dahsyat seperti Tsunami Aceh 2004. Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga

gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Abrasi biasanya disebut juga erosi pantai. Kerusakan garis pantai akibat abrasi ini dipicu oleh terganggunya keseimbangan alam daerah pantai tersebut. Kerusakan garis pantai bisa mengancam kedaulatan negara. Abrasi dapat merusak pelabuhan dan dermaga, merugikan sektor pariwisata, dan merusak hutan bakau, juga mengancam keberlangsungan hidup masyarakat pantai. Walaupun abrasi bisa disebabkan oleh gejala alami, namun manusia sering disebut sebagai penyebab utama abrasi.

Tsunami

Tsunami adalah serangkaian gelombang panjang yang timbul karena adanya perubahan dasar laut atau perubahan badan air yang terjadi secara tiba-tiba dan impulsif, akibat gempa bumi, erupsi gunung api bawah laut, longsor bawah laut, ekstrusi gas dari *volcanic mud*, runtuhnya gunung es, ledakan nuklir, bahkan akibat terjangan benda-benda angkasa luar ke permukaan laut. Kecepatan tsunami bergantung pada kedalaman perairan, akibatnya gelombang tersebut mengalami percepatan atau perlambatan sesuai dengan bertambah atau berkurangnya kedalaman perairan. Dengan proses ini arah pergerakan arah gelombang juga berubah dan energi gelombang bisa menjadi terfokus atau juga menyebar. Di perairan dalam, tsunami mampu bergerak dengan kecepatan 500 sampai 1000 kilometer per jam. Sedangkan di perairan dangkal, kecepatannya melambat hingga beberapa puluh kilometer per jam, demikian juga ketinggian tsunami juga bergantung pada kedalaman perairan. Amplitudo tsunami yang hanya memiliki ketinggian satu meter di perairan dalam bisa meninggi hingga puluhan meter di garis pantai. Magnitudo tsunami diklasifikasikan berdasarkan tinggi tsunami. Skala ini umumnya bersifat deskriptif sebagai fungsi logaritmik terhadap tinggi gelombang maksimum yang terukur di lapangan, dengan sebaran magnitudo dari -1 sampai 4 yaitu $m = \log 66 \cdot 2 H$ (Iida dkk, 1972). Sedangkan Intensitas tsunami diukur berdasarkan hasil pengamatan dari dampak tsunami terhadap manusia, bangunan, dan benda-benda lainnya termasuk kapal laut dengan berbagai ukuran seperti yang diusulkan oleh Papadopoulos dan Imamura (2001). Berdasarkan sumber dan jarak pembangkitannya tsunami dapat dibagi menjadi tsunami jarak jauh (*far-field tsunami*) yang posisi sumbernya berjarak lebih dari 1000 km dan melewati pinggiran paparan benua, tsunami regional (*regional tsunami*) dengan sumber berjarak antara 100 km sampai dengan 1000 km dan tsunami lokal (*near field tsunami*) yang dibangkitkan di dalam paparan benua dengan jarak sumber kurang dari 100 km. Beberapa fenomena tsunami yang berinteraksi dengan pantai seperti *tsunami forerunners* berupa riak-riak gelombang hasil respon dari goncangan gempa bumi, inisial penarikan muka air laut (*initial withdrawal of water*), tsunami yang bergerak seperti dinding air (*tsunami bore*), suara dentuman atau suara yang berbunyi seperti

pesawat atau helikopter, berkabut dan berbau garam. Bahaya tsunami dan kerusakan yang ditimbulkan tergantung pada kondisi morfologi pantai yang didatangnya. Elevasi maksimum rayapan bergantung pada paras muka laut (pasut) saat waktu tsunami mencapai pantai, artinya tsunami kecil yang terjadi pada saat pasang tinggi dapat menjangkau elevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tsunami yang lebih besar yang tiba pada saat surut terendah. Kondisi pasut sangat penting untuk dikaji dan dipertimbangkan dalam menganalisis tinggi jangkauan rayapan tsunami di suatu daerah. Kerusakan dan kehancuran karena tsunami merupakan hasil langsung dari terjangan gelombang dan arus tsunami, sementara korban jiwa muncul karena tenggelam dalam golakan tsunami. Arus kuat juga menyebabkan terjadinya erosi pada kaki pondasi dan rubuhnya jembatan, menyeret rumah dan membalikkan kendaraan. Kerusakan yang cukup parah juga disebabkan oleh puing-puing bangunan yang mengapung termasuk kapal, mobil dan pepohonan yang dapat menjadi benda-benda berbahaya ketika menghantam gedung, dermaga dan kendaraan. Kerusakan ikutan lainnya berupa kobaran api yang berasal dari tumpahan minyak atau ledakan dari kapal yang hancur di pelabuhan, pecahnya tempat penyimpanan minyak di pantai dapat menimbulkan kerusakan yang terkadang lebih parah daripada dampak langsung gelombang tsunami. Bahaya ikutan lainnya dapat disebabkan oleh polusi kotoran dan bahan kimia yang terangkut oleh tsunami dan mencemari sumber air bersih. Analisis risiko bencana tsunami dapat dilakukan apabila telah tersedia data bahaya tsunami dan data kerentanan. Dengan kata lain asupan untuk analisis risiko bencana adalah luaran dari analisis bahaya alam dan analisis kerentanan. Kunci utama dari analisis risiko bencana adalah membuat suatu metoda yang memuat tata cara sistematis, logis, terukur dan konsisten dalam memberikan penilaian tingkat risiko berdasarkan penggabungan data tingkat bahaya tsunami dan tingkat kerentanan. Elemen dasar dalam analisis risiko adalah penentuan nilai tingkat risiko tertentu berdasarkan nilai kerentanan tertentu terhadap intensitas bahaya tsunami tertentu pula. Mitigasi bencana didefinisikan secara umum bahwa segala upaya yang dilakukan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh suatu bencana, baik sebelum, saat atau setelah terjadinya suatu bencana. Untuk menghindari bencana tsunami perlu upaya untuk tidak mempertemukan unsur bahaya dan kerentanan dengan cara: (i) Menjauhkan kerentanan terhadap bahaya, misalnya memindahkan penduduk ke tempat yang aman dari bahaya; (ii) Mereduksi bahaya sampai sekecil mungkin, sehingga bahaya tidak menerjang suatu kerentanan, misalnya pembangunan tembok penahan tsunami. Kedua opsi ini terkadang sangat sulit untuk dilakukan karena menimbulkan permasalahan sosial serta memerlukan biaya tinggi; kemudian (iii) Mereduksi bahaya serta menaikkan kapasitas dari suatu kerentanan dengan cara adaptif atau akomodatif menggunakan manajemen risiko bencana. Penerapan manajemen risiko bencana ini

perlu dilakukan secara sistematis melalui kebijakan administratif, organisasi, kemampuan dalam operasional, strategi dan implementasi serta kemampuan masyarakat untuk menghadapi bencana sehingga dapat mengurangi dampak bahaya yang ditimbulkannya. Manajemen risiko bencana ini mengkaji seluruh aktivitas baik dalam penanganan struktural (*structural measures*) maupun non-struktural (*nonstructural measures*) untuk menghindarkan (preventif) atau untuk mengurangi (mitigasi dan *preparedness*) efek yang ditimbulkan oleh bahaya tsunami. Penanganan struktural untuk tsunami meliputi sistem perlindungan pantai dengan membangun tembok penahan ombak berupa *breakwater*, *seawall*, dan pintu air yang dikenal sebagai *hard protection*, dan perlindungan dengan menggunakan vegetasi pantai (*mangrove* dan *coastal forest*), *sand dune* dan terumbu karang atau dikenal sebagai *soft protection*. Selanjutnya untuk penanganan non-struktural meliputi undang-undang dan peraturan pemerintah; penegakan hukum; organisasi pemerintah dan non pemerintah yang terkait dengan penanganan bencana (PMI, ambulans dan tenaga medis, pemadam kebakaran, Karang Taruna dan lain lain); penyediaan peta bahaya dan risiko tsunami, serta peta jalur evakuasi; konsep penataan ruang yang akrab bencana tsunami, sistem peringatan dini (TEWS), pendidikan masyarakat, serta penyiapan fasilitas-fasilitas penyangga hidup (*life line*). Dengan uraian dan penjelasan tentang tingginya frekuensi tsunami menerjang pesisir Indonesia serta besarnya kerugian yang ditimbulkan baik jiwa manusia maupun harta benda, serta tata cara kajian risiko dan mitigasinya, maka diharapkan kepada pemerintah pusat, pemerintah daerah, kalangan industri dan masyarakat umum, secara sistematis, komprehensif, terarah dan lebih terpadu dapat:

- a. Meningkatkan kewaspadaan terhadap risiko bahaya tsunami di tingkat masyarakat dan serta memperkenalkan tindakan lokal yang perlu diambil untuk mengurangi risiko yang ditimbulkannya.
- b. Merangsang kewaspadaan para perencana baik di tingkat nasional dan maupun lokal untuk mengimplementasikan perencanaan pembangunan nasional yang akrab bencana tsunami, khususnya di daerah-daerah rawan bencana tsunami.

Gelombang Badai Pasang

Korban jiwa dan kerugian besar juga bisa ditimbulkan oleh bencana moda transportasi laut (musibah transportasi laut). Data dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) menunjukkan jumlah kecelakaan kapal dari tahun 2007 – 2010 sebanyak 548 buah kapal dari berbagai jenis kecelakaan dengan jumlah korban jiwa sebanyak 736 orang. Tren kecelakaan kapal laut meningkat sebesar 9,5% dari tahun 2000-2010. Dari data statistik terlihat bahwa faktor utama penyebab kecelakaan di laut umumnya terjadi akibat faktor alam yakni sebesar 41 persen dan 35 persen akibat kelalaian manusia, sedangkan sisanya merupakan faktor teknis. Faktor

cuaca buruk merupakan permasalahan yang sering kali dianggap sebagai penyebab utama dalam kecelakaan laut. Permasalahan yang biasanya dialami adalah badai, gelombang yang tinggi yang dipengaruhi oleh musim/badai, arus yang besar, kabut yang mengakibatkan jarak pandang yang terbatas.

Di antara kesalahan manusia yang mengakibatkan kecelakaan laut adalah kecerobohan di dalam menjalankan kapal, kekurangmampuan awak kapal dalam menguasai berbagai permasalahan yang mungkin timbul dalam operasional kapal, dan kapal secara sadar membawa muatan secara berlebihan (*overload capacity*). Dalam taksonomi human error, kesalahan yang terjadi tersebut dapat diklasifikasikan sebagai *mistake* dikarenakan kurangnya pengetahuan serta *rule* atau peraturan yang tidak ditaati secara sadar yang mengakibatkan *wrong action executes*.

Hasil dari rekomendasi penguatan sistem peringatan dini dan penanganan mitigasi bencana hidrometrologi dan tsunami di pelabuhan dan di atas kapal, merupakan upaya pencegahan dampak bencana, dan salah satu upaya dari pengurangan risiko bencana hidrometrologi yang akan dikaji adalah pemanfaatan teknologi dengan menyusun desain Safety Water Transportation Monitoring System (SWTMS) menggunakan sistem video dengan dimodifikasi menggunakan sistem surya sebagai catu dayanya, yang dikombinasikan dengan teknologi telemetri sebagai media pengirim data dan sistem android sebagai salah satu media menyebarkan informasi, dalam hal ini mengkhususkan daerah tinjauan di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang dan sekitarnya. Pertimbangan menyusun desain model tersebut karena saat ini yang marak dikembangkan adalah sistem peringatan dini untuk salah satu tipe bencana kelautan, seperti Ina-TEWS (Indonesia Tsunami Early Warning System) (Harjadi, dan Fauzi, 2010). Dilain pihak, bukan hanya Tsunami satu-satunya yang menjadi ancaman bencana bagi masyarakat pesisir, melainkan juga bahaya ancaman hidrometrologi. Desain Safety Water Transportation Monitoring System (SWTMS), serta buku panduan Standar Operasional Prosedur (SOP) mitigasi bencana hidrometrologi dan tsunami di pelabuhan dan di atas kapal ini diharapkan dapat memudahkan untuk lebih peka terhadap fenomena alam, karena dengan indikator perubahan perairan sekitarnya dapat dideteksi, sehingga akan lebih efektif dan efisien dalam upaya pengurangan risiko bencana sehingga dapat dilaksanakan tindakan preventif meminimalisasi kerugian dan dampak dari bencana dalam mengelola operasional transportasi laut dan kawasan pelabuhan sekitarnya.

METODOLOGI RISET

Secara umum metodologi yang digunakan pada Pelaksanaan KAJIAN MITIGASI BENCANA HIDROMETROLOGI DAN TSUNAMI SEKTOR TRANSPORTASI LAUT/KAWASAN PELABUHAN SEKITARNYA, sebagai berikut :

1) Persiapan peralatan dan bahan

2) Pengkayaan studi pustaka

3) Pengumpulan data, meliputi

- a. Inventarisasi fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan; sehingga diperlukan perjalanan dinas dari Yogyakarta ke lokasi kajian di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang dan sekitarnya untuk observasi dan wawancara dalam memperoleh data primer.
- b. Inventarisasi fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana di atas kapal; sehingga diperlukan perjalanan dinas dari Yogyakarta ke lokasi kajian di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang dan sekitarnya untuk observasi dan wawancara dalam memperoleh data primer.
- c. Identifikasi standar operasional prosedur (SOP) mitigasi bencana di pelabuhan yang dijadikan objek survei; sehingga diperlukan perjalanan dinas dari Yogyakarta ke lokasi kajian di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang dan sekitarnya untuk observasi dan wawancara dalam memperoleh data primer.
- d. Melakukan *benchmarking/focus group discussion* untuk beberapa kondisi eksisting pelabuhan dan pakar ahli bidang pelabuhan dan keselamatan pelayaran.

4) Pengolahan dan analisa data, meliputi

- a. Analisis ketersediaan fasilitas *early warning system* dan fasilitas mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan;
- b. Analisis lokasi fasilitas *early warning system*;
- c. Analisis pemetaan kesiapan pelabuhan dan pelayaran menghadapi bencana hidrometeorologi dan tsunami, berdasarkan lokasi pelabuhan dan kapal yang dilakukan survei;

5) Menyusun Desain *Safety Water Transportation Monitoring System* (SWTMS) guna mendukung *early warning system*.

6) *Evaluasi dan pelaporan*

- a. Penyusunan rekomendasi penguatan sistem peringatan dini dan penanganan mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan dan di atas kapal.
- b. Pengajuan (submitted) Paten Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas Aplikasi Teknologi Desain *Safety Water Transportation Monitoring System* (SWTMS) serta Hak Cipta berupa buku panduan standar operasional prosedur (SOP) mitigasi bencana di pelabuhan dan di atas kapal.

Indikator

Metodologi penilaian kapasitas untuk mengurangi risiko bencana menggunakan indikator Kerangka Aksi Hyogo (KAH). Analisis dalam kajian ini akan berfokus pada 22 indikator pencapaian KAH. Indikator yang dipersiapkan oleh PBB masih terlalu luas dan memang diperuntukkan untuk menilai pencapaian suatu negara. Oleh karena itu, dibutuhkan beberapa penyesuaian untuk menghitung pencapaian KAH pada tingkat kabupaten/kota maupun pada skala provinsi. KAH yang disepakati oleh lebih dari 160 negara di dunia terdiri dari 5 Prioritas program pengurangan risiko bencana. Pencapaian prioritas-prioritas pengurangan risiko bencana ini diukur dengan 22 indikator pencapaian, yaitu terdiri dari:

- a. Kerangka hukum dan kebijakan nasional/lokal untuk pengurangan risiko bencana telah ada dengan tanggung jawab eksplisit ditetapkan untuk semua jenjang pemerintahan;
- b. Tersedianya sumber daya yang dialokasikan khusus untuk kegiatan pengurangan risiko bencana di semua tingkat pemerintahan;
- c. Terjalinnnya partisipasi dan desentralisasi komunitas melalui pembagian kewenangan dan sumber daya pada tingkat lokal;
- d. Berfungsinya forum/jaringan daerah khusus untuk pengurangan risiko bencana.
- e. Tersedianya kajian risiko bencana daerah berdasarkan data bahaya dan kerentanan untuk meliputi risiko untuk sektor-sektor utama daerah;
- f. Tersedianya sistem-sistem yang siap untuk memantau, mengarsip dan menyebarkan data potensi bencana dan kerentanan-kerentanan utama;
- g. Tersedianya sistem peringatan dini yang siap beroperasi untuk skala besar dengan jangkauan yang luas ke seluruh lapisan masyarakat;
- h. Kajian risiko daerah mempertimbangkan risiko-risiko lintas batas guna menggali kerjasama antar daerah untuk pengurangan risiko.
- i. Tersedianya informasi yang relevan mengenai bencana dan dapat diakses di semua tingkat oleh seluruh pemangku kepentingan (melalui jejaring, pengembangan sistem untuk berbagi informasi, dan seterusnya);
- j. Kurikulum sekolah, materi pendidikan dan pelatihan yang relevan mencakup konsep-konsep dan praktik-praktik mengenai pengurangan risiko bencana dan pemulihan;
- k. Tersedianya metode riset untuk kajian risiko multibencana serta analisis manfaat biaya (*cost benefit analysis*) yang selalu dikembangkan berdasarkan kualitas hasil riset;
- l. Diterapkannya strategi untuk membangun kesadaran seluruh komunitas dalam melaksanakan praktik budaya tahan bencana yang mampu menjangkau masyarakat secara luas baik di perkotaan maupun pedesaan.

- m. Pengurangan risiko bencana merupakan salah satu tujuan dari kebijakan-kebijakan dan rencana-rencana yang berhubungan dengan lingkungan hidup, termasuk untuk pengelolaan sumber daya alam, tata guna lahan dan adaptasi terhadap perubahan iklim;
- n. Rencana-rencana dan kebijakan-kebijakan pembangunan sosial dilaksanakan untuk mengurangi kerentanan penduduk yang paling berisiko terkena dampak bahaya;
- o. Rencana-rencana dan kebijakan-kebijakan sektoral di bidang ekonomi dan produksi telah dilaksanakan untuk mengurangi kerentanan kegiatan-kegiatan ekonomi;
- p. Perencanaan dan pengelolaan pemukiman manusia memuat unsur-unsur pengurangan risiko bencana termasuk pemberlakuan syarat dan izin mendirikan bangunan untuk keselamatan dan kesehatan umum (*enforcement of building codes*);
- q. Langkah-langkah pengurangan risiko bencana dipadukan ke dalam proses-proses rehabilitasi dan pemulihan pascabencana;
- r. Siap sedianya prosedur-prosedur untuk menilai dampak-dampak risiko bencana atau proyek-proyek pembangunan besar, terutama infrastruktur.
- s. Tersedianya kebijakan, kapasitas teknis kelembagaan serta mekanisme penanganan darurat bencana yang kuat dengan perspektif pengurangan risiko bencana dalam pelaksanaannya;
- t. Tersedianya rencana kontinjensi bencana yang berpotensi terjadi yang siap di semua jenjang pemerintahan, latihan reguler diadakan untuk menguji dan mengembangkan program-program tanggap darurat bencana;
- u. Tersedianya cadangan finansial dan logistik serta mekanisme antisipasi yang siap untuk mendukung upaya penanganan darurat yang efektif dan pemulihan pascabencana;
- v. Tersedianya prosedur yang relevan untuk melakukan tinjauan pascabencana terhadap pertukaran informasi yang relevan selama masa tanggap darurat.

Mekanisme Penilaian

Mekanisme penilaian terdiri dari:

- a. Diskusi kelompok terfokus

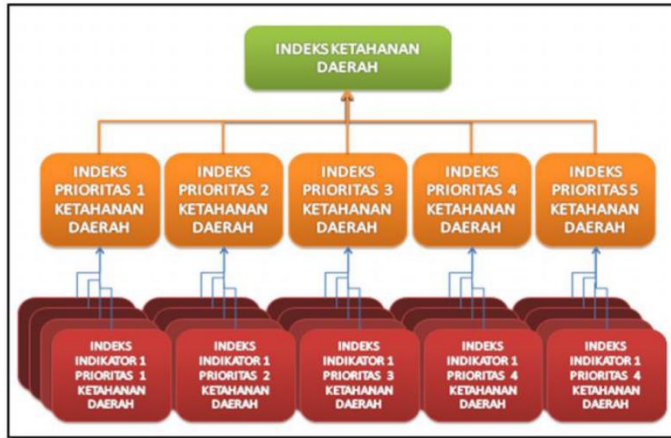
Diskusi kelompok terfokus dilaksanakan secara partisipatif dengan peserta dari pemerintah, nonpemerintah dan masyarakat yang didampingi oleh minimal satu orang fasilitator. Diskusi kelompok dilaksanakan dengan mengacu kepada suatu daftar pertanyaan (kuesioner) yang diisi bersama-sama setelah disepakati oleh seluruh peserta diskusi. Hasil dari diskusi ini adalah:

- 1) Tingkat Kapasitas Daerah dalam penanggulangan bencana;

- 2) Prioritas kebijakan untuk peningkatan kapasitas penanggulangan bencana daerah. Untuk membantu penghitungan tingkat kapasitas daerah dalam penanggulangan bencana, diberikan perangkat lunak penghitung tingkat kapasitas daerah yang dapat diunduh di www.bnpb.go.id.
- b. Klarifikasi hasil
Pengumpulan dokumen dan data pendukung lain adalah mekanisme klarifikasi dari hasil proses diskusi yang telah dilaksanakan sebelumnya. Pengumpulan ini dilaksanakan oleh BPBD di internal institusinya dan kepada instansi terkait lain. Hasil dari pengumpulan dokumen dan data pendukung ini adalah verifikasi Tingkat Kapasitas daerah yang telah diperoleh sebelumnya pada diskusi kelompok. Bila terdapat kesenjangan antara hasil diskusi dengan temuan klarifikasi, maka BPBD harus merubah hasil diskusi berdasarkan temuan klarifikasi yang diperoleh.
- c. Pengumpulan hasil penilaian kabupaten/kota (khusus provinsi).
Khusus untuk penilaian di tingkat provinsi, hasil kajian diperoleh dari kajian internal pemerintah provinsi dan hasil kajian kabupaten/kota diseluruh wilayah pemerintahannya. Dengan mekanisme ini diharapkan dapat terlihat secara jelas kesenjangan kebijakan dan prioritas pembangunan kapasitas antara provinsi dan kabupaten/kota di wilayahnya. Khusus untuk provinsi, ditambahkan perangkat lunak yang berisi program penghitungan untuk merekapitulasi hasil tingkat kapasitas daerah kabupaten/kota. Atau dapat juga langsung mengunduh pada www.bnpb.go.id.
- d. Penetapan kebijakan prioritas peningkatan kapasitas daerah.
Pada tingkat kabupaten/kota, pada saat seluruh hasil kuesioner dimasukkan dalam program penghitung tingkat kapasitas kabupaten/kota, otomatis akan dihasilkan rekomendasi kebijakan prioritas untuk peningkatan kapasitas daerah. Untuk tingkat provinsi, rekomendasi kebijakan prioritas daerah dilaksanakan dengan membandingkan hasil penghitungan rekapitulasi tingkat kapasitas kabupaten/kota dengan hasil penghitungan tingkat kapasitas provinsi. Temuan kebijakan yang berbeda dari hasil perbandingan menjadi rekomendasi kebijakan prioritas di daerah.

Struktur Kuesioner

Penilaian kuesioner dilaksanakan dengan mengikuti struktur kuesioner. Kuesioner ini disusun untuk mendapatkan sebuah tingkat kapasitas daerah. Tingkat Kapasitas Daerah dalam meredam risiko bencana ini diperoleh dengan menggabungkan Indeks Prioritas Kapasitas Daerah. Setiap Indeks Prioritas Kapasitas Daerah diperoleh dari Indeks Indikator Kapasitas Daerah. Struktur penilaian kuesioner ini untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Struktur Penilaian Kuesioner Tingkat Kapasitas Daerah

Indeks indikator setiap prioritas ditentukan berdasarkan jawaban dari 88 pertanyaan pemandu. Untuk memastikan tingkat kapasitas setiap indikator, dibutuhkan maksimum 4 pertanyaan. Berdasarkan struktur pertanyaan, maka struktur penilaian dari setiap indikator adalah seperti tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hubungan Struktur Pertanyaan dengan Struktur Penilaian

| No. | Struktur Pertanyaan | Fungsi Pertanyaan | Struktur Penilaian |
|-----|---------------------|---|--|
| 1. | Pertanyaan Pertama | Identifikasi inisiatif-inisiatif untuk mencapai hasil minimal setiap indikator | Bila jawabannya adalah 'YA' maka daerah tersebut minimal telah berada pada LEVEL 2 |
| 2. | Pertanyaan Kedua | Identifikasi capaian minimal telah diperoleh atau belum | Bila jawabannya adalah 'YA' maka daerah tersebut minimal telah berada pada LEVEL 3 |
| 3. | Pertanyaan Ketiga | Identifikasi fungsi minimum dari capaian tersebut telah dicapai atau belum | Bila jawabannya adalah 'YA' maka daerah tersebut minimal telah berada pada LEVEL 4 |
| 4. | Pertanyaan Keempat | Identifikasi perubahan sistemik dari fungsi yang telah terbangun berdasarkan capaian yang ada | Bila jawabannya adalah 'YA' maka daerah tersebut minimal telah berada pada LEVEL 5 |

Analisis Kebijakan Prioritas

Panduan Penilaian Kapasitas Daerah ditujukan untuk memberikan dasar kebijakan yang kuat dalam meningkatkan kapasitas daerah untuk meredam risiko bencana. Kajian kapasitas daerah dengan menggunakan indikator KAH ini, dapat memberikan referensi bagi daerah untuk menetapkan kebijakan-kebijakan prioritas yang akan ditetapkan untuk upaya peningkatan kapasitas.

Kebijakan-kebijakan prioritas yang diperoleh dari kajian ini dihasilkan dari analisis Indeks Prioritas dan Indeks Indikator. Untuk mempermudah penggunaan, kebijakan-kebijakan ini langsung dapat dilihat pada Program Penghitung Tingkat Kapasitas Daerah Berdasarkan KAH. Referensi untuk kebijakan –kebijakan prioritas yang dapat dipilih dapat dilihat pada sheet “Kebijakan Prioritas” seperti pada tabel dibawah ini.

Kebijakan-kebijakan yang diberikan oleh program penghitung tersebut masih perlu didiskusikan kembali pada diskusi kelompok yang merupakan sesi lanjutan setelah mengisi kuesioner sebelumnya. Diskusi difokuskan kepada penyaringan ulang kebijakan yang harus terdapat dalam dokumen Rencana Penanggulangan Bencana nantinya, maupun penyesuaian redaksional berbagai kebijakan tersebut dengan karakter daerah.

Tabel 2. Referensi Kebijakan prioritas Berdasarkan Indeks Kapasitas Daerah

| Prioritas | Indikator | Kebijakan prioritas (berdasarkan HFA) |
|-----------|-----------|---|
| 1 | 1 | - |
| | 2 | - |
| | 3 | Menjalin partisipasi dan desentralisasi komunitas melalui pembagian |
| | 4 | Membentuk dan memberdayakan forum/jaringan daerah khusus untuk |
| 2 | 1 | - |
| | 2 | Menyelenggarakan sistem-sistem yang siap untuk memantau, |
| | 3 | - |
| | 4 | Memperkuat dokumen kajian risiko daerah mempertimbangkan risiko- |
| 3 | 1 | Menyediakan informasi yang relevan mengenai bencana dan dapat |
| | 2 | - |
| | 3 | Menerapkan metode riset untuk kajian risiko multibencana serta analisis |
| | 4 | - |
| 4 | 1 | - |
| | 2 | - |
| | 3 | Mewujudkan rencana dan kebijakan bidang ekonomi dan produksi untuk |
| | 4 | - |
| | 5 | - |
| | 6 | - |
| 5 | 1 | - |
| | 2 | Menyusun rencana kontinjensi bencana yang berpotensi terjadi yang siap |
| | 3 | - |
| | 4 | Menyediakan prosedur yang relevan untuk melakukan tinjauan |

HASIL PENELITIAN

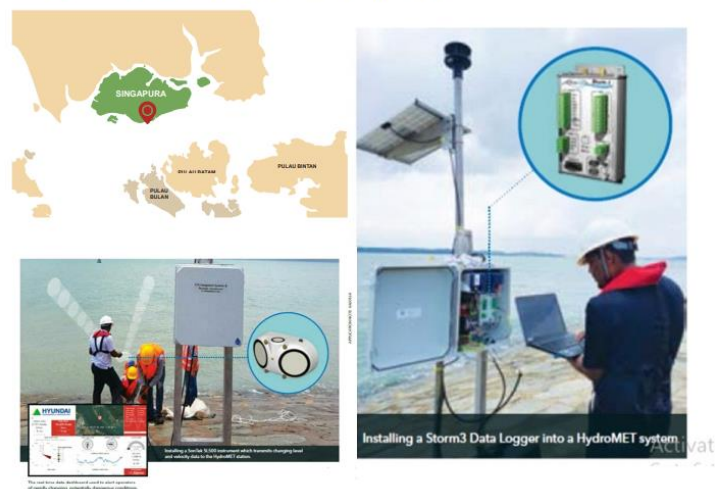
Dalam penelitian ini, peneliti melakukan kajian internal mengenai beberapa pelabuhan di luar negeri yang telah memiliki sistem informasi pelabuhan yang berfungsi untuk meningkatkan keselamatan sistem transportasi dan mewujudkan tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*). Selain itu, dalam diskusi ini peneliti juga membahas mengenai sistem peringatan dini terkait bencana di luar negeri mengingat Pelabuhan Tanjung Emas Semarang juga memiliki potensi terkena bencana hidrometeorologi khususnya

bencana banjir rob. Berikut beberapa data mengenai sistem informasi pelabuhan dunia dan sistem peringatan dini terhadap bencana :

1. Singapura

Sistem informasi yang digunakan Singapura dalam meningkatkan keselamatan sistem transportasinya adalah menggunakan Sensor SonTek SL-500 untuk menyediakan pengumpulan data real time untuk kecepatan dan arah arus air dan angin. Sensor ini juga mampu menghitung gelombang dan periode yang merupakan informasi tambahan untuk membantu memastikan kedatangan kapal yang aman. Sensor ini dipasangkan dengan data logger Storm3 YSI untuk merekam dan mengirimkan data meteorologi ke *Maritime and Port Authority (MPA) Operations Control Centre* melalui modem seluler. Dari sana, informasi ini digunakan untuk memberikan peringatan ketika kondisi pelabuhan aman ataupun tidak aman yang dapat diakses melalui internet. Sistem informasi pelabuhan di Singapura disinkronkan dan diintegrasikan melalui program CITOS (*Computer Integrated Terminal Operating System*).

Sistem Informasi Pelabuhan di Singapura

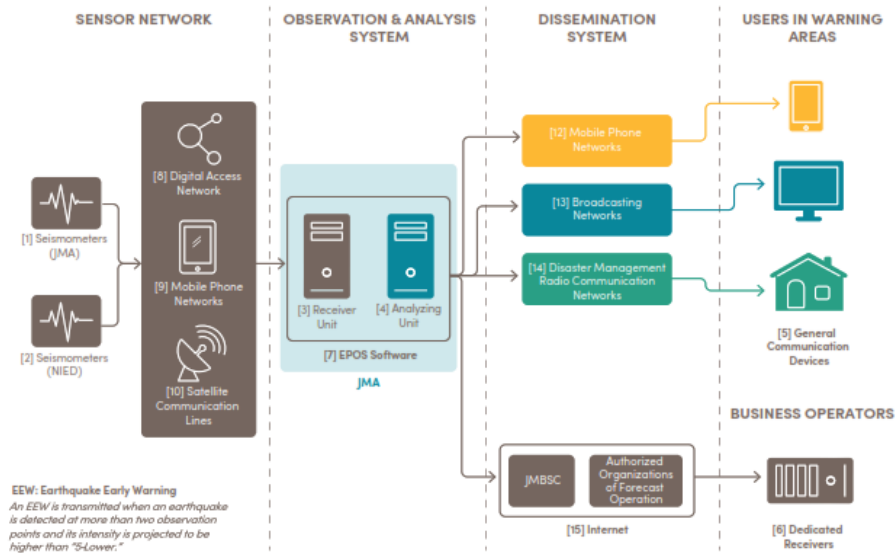


Gambar 1. Sistem Informasi Pelabuhan di Singapura

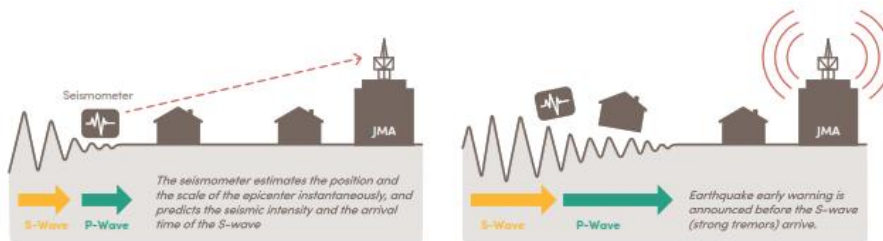
2. Jepang

Sebagai negara yang memiliki banyak potensi bencana, Jepang menggunakan sistem informasi antara lain pertama, *Earthquake Early Warning System (EEMS)* yang terdiri dari seismometer yang ditempatkan di wilayah rawan gempa. Sistem informasi ini juga diintegrasikan dengan data negara lain untuk mendapatkan data *real time* yang dapat dianalisis untuk mendapatkan peringatan dini. Kedua, J-ALERT yang merupakan sistem peringatan instan nasional yang menyebarkan peringatan mendesak nasional kepada masyarakat melalui radio pencegahan bencana kota, stasiun radio, media penyiaran, dan

telepon seluler. Ketiga, *Emergency Alert Mail (EAM)* yang merupakan sistem peringatan dini siaran seluler yang mengirimkan J-ALERT dan peringatan lainnya melalui notifikasi ponsel. Berikut skema *Earthquake Early Warning System (EEWS)* dan ilustrasi cara kerja sensor gempa di Jepang :



Gambar 2. Skema *Earthquake Early Warning System (EEWS)*



Gambar 3. Ilustrasi Cara Kerja Sensor Gempa

3. Filipina

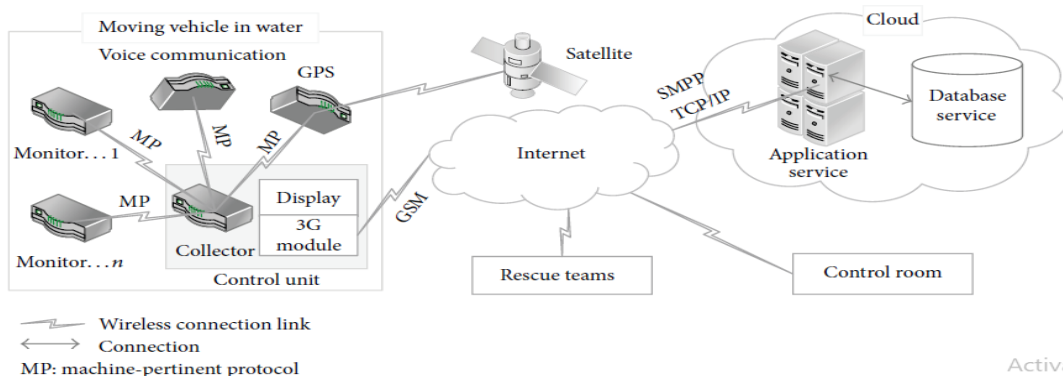
Selain Jepang, negara Filipina juga memiliki sistem informasi mengenai bencana hidrometeorologi berupa tsunami berupa sistem peringatan dini. Sistem peringatan dini di Filipina ini Bernama *Saint Bernard Flood Early Warning System (EWS)* yang mencakup elemen end-to-end dari pengetahuan risiko, pemantauan dan prakiraan, peringatan dan diseminasi, serta respons. Adapun untuk titik peletakannya sendiri tersebar di beberapa tempat khususnya di pesisir pantai Filipina. Berikut titik peletakan alat sistem peringatan dini di Filipina :



Gambar 4. Titik Sebaran Alat Early Warnig System (EWS)

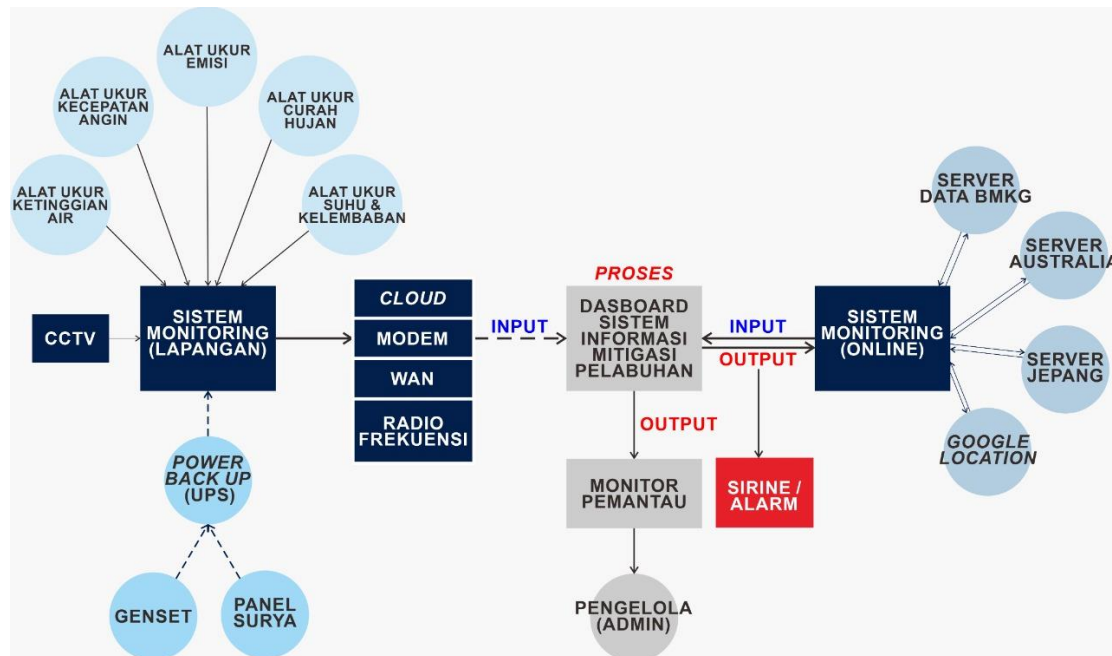
4. Bangladesh

Sebagai negara berkembang, Bangladesh memiliki pengembangan model transportasi baru berdasarkan *Internet of Things* (IoT) yang mengubah jalur air yang tidak aman menjadi lebih aman, lebih andal, dan sistem berkelanjutan. Model yang diusulkan diidentifikasi sebagai *Intelligent Water Transportation System* (IWTS) untuk negara berkembang. Sistem ini merupakan berbagai perangkat pemantauan yang terdiri dari teknologi sistem *machine to machine* (M2M). Data pemantauan ditransmisikan dari kendaraan ke layanan *cloud* dalam interval tertentu untuk menganalisis dan mendeteksi keadaan darurat. Berikut detail Model IWTS :



Gambar 5. Model Sistem Peringatan Dini Negara Bangladesh

Hasil dari berbagai kajian diatas dapat digunakan peneliti untuk menjadi referensi terkait dukungan sistem peringatan dini terhadap bencana hidrometeorologi dan acuan keselamatan transportasi laut khususnya di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Adapun rancangan sistem peringatan dini terhadap bencana hidrometeorologi dan keselamatan transportasi laut di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang sebagai berikut :



Gambar 6. Rancangan Sistem Peringatan Dini di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang

Berikut keterangan dari Sistem Pringatan Dini di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang:

1. Data lapangan

Data terukur dari lapangan yang digunakan berupa:

a. Alat Ukur Ketinggian Air

Alat ukur ini digunakan sebagai detector ketinggian air laut pada titik terpasang, yang kemudian data digunakan sebagai dasar dalam menghidupkan sistem *warning*.

b. Alat Ukur kecepatan angin

Alat ukur akan menghasilkan data kecepatan angin di lapangan, dimana data tersebut diolah dan dapat digunakan untuk memperkirakan datangnya badai (dalam kasus ini, terdapat badai yang berasal dari utara Jepara).

c. Alat Ukur curah hujan

Alat ukur ini digunakan untuk menakar air hujan. Data yang dihasilkan dapat digunakan untuk memperkirakan kapan volume air laut akan naik secara drastis hingga menimbulkan rob.

d. Alat Ukur suhu dan kelembaban

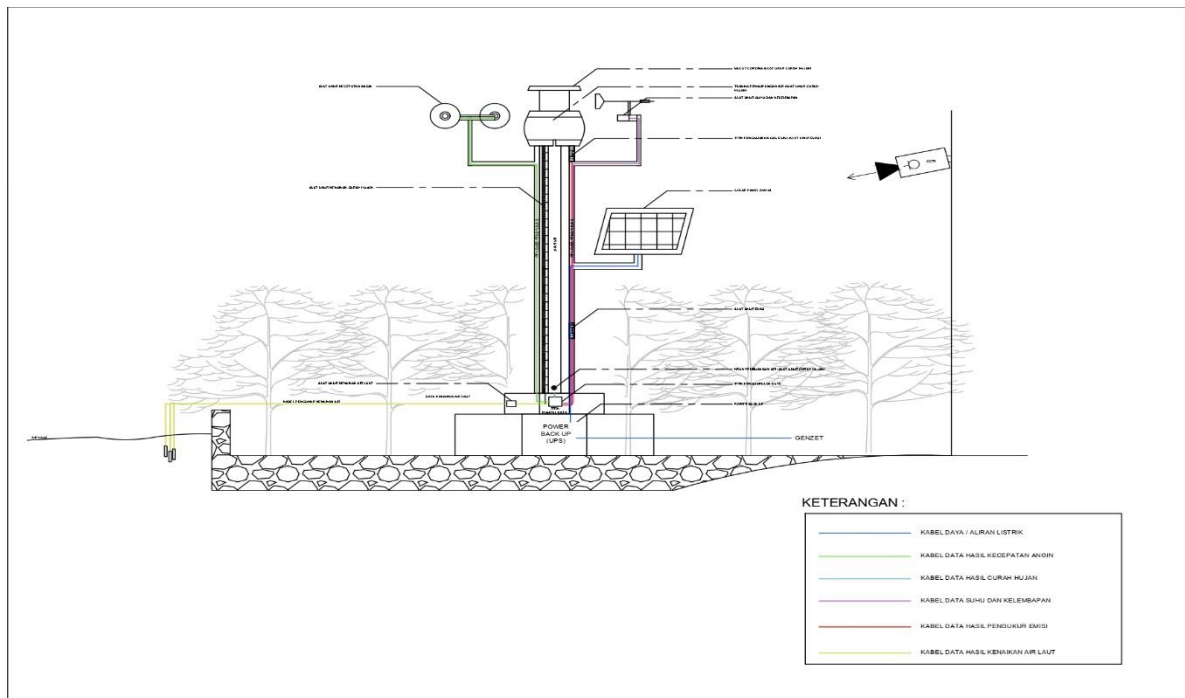
Alat ukur ini digunakan untuk memberkirakan cuaca yang sedang atau cuaca yang akan datang.

e. Alat Ukur Emisi

Alat ukur ini digunakan untuk membantu pengukuran, menganalisa dan mengetahui tingkat konsentrasi dari nilai HC, CO, dan OZ yang mengikat berubah di dalam zat gas.

Untuk mendapatkan data lapangan, alat pengukur mendapat suplai listrik dari sumber sekitar alat atau berasal dari solar panel dan genset. Salah satu kekurangan dari penggunaan listrik konvensional, jika terjadi pemadaman listrik maka alat otomatis akan berhenti beroperasi. Untuk menghindari hal tersebut, maka alat juga dilengkapi dengan *power back-up* (UPS) untuk memberi jeda alat agar tetap dapat melakukan backup data sebelum genset hidup.

Berikut merupakan desain bentuk alat yang berada di lapangan untuk pengambilan data.



Gambar 7. Desain Bentuk Alat yang Berada di Lapangan Untuk Pengambilan Data.

2. Cloud, Modem, LAN dan Radio Frekuensi.

Bagian ini digunakan untuk mentransfer data dari lapangan dengan *device* untuk monitoring. Dapat dikatakan, bagian ini merupakan salah satu bagian yang paling krusial penggunaannya. Jika bagian ini mengalami masalah, maka data yang digunakan untuk analisis akan mengalami kendala.

3. Data online

Data ini berasal dari beberapa server lain yang memiliki data secara *real-time*, serta dapat diakses secara bebas namun tetap akurat.

4. Pengolahan data

Pada bagian ini, akan ada dashboard sistem informasi yang akan mengolah dan menganalisis data yang berasal dari lapangan atau data monitoring dari server lain. Bagian ini merupakan bagian inti dari sistem monitoring, dikarenakan hasil olah data dan analisis dapat memunculkan status warning terhadap bencana rob. Dibutuhkan beberapa personil untuk mengoperasikan bagian ini.

Untuk mendukung perolehan data yang akurat dari Sistem Monitoring Hidrometeorologi, diperlukan peletakan alat monitoring yang strategis pada sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang. Dimana untuk memperoleh data sensor ketinggian air alat pengukur perlu berbatasan langsung dengan tepian laut. Selain itu sensor kecepatan angin, curah hujan, dan emisi serta sensor suhu dan kelembaban perlu diletakan di area lapang tanpa terhalang bangunan serta pepohonan, dan tidak mengganggu lalu lintas kendaraan darat maupun laut.

Berdasarkan hasil analisa Kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Terdapat beberapa area yang menjadi alternatif peletakan alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi. Berikut Beberapa Alternatif Peletakan alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi :

- a. Alternatif peletakan alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi terletak di dekat bangunan Ditpolair.

ALTERNATIF PELETAKAN 1



Gambar 8. Alternatif Peletakan Alat Alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi di Dekat Bangunan Ditpolair

- b. Alternatif peletakan alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi terletak pada tanah lapang yang berbatasan langsung dengan air laut serta berjarak 200 m dari PT Pelindo III (Persero) Cabang Tanjung Emas, dimana bangunan ini berfungsi sebagai bangunan pengelola Pelabuhan Tanjung Emas.

ALTERNATIF PELETAKAN 2

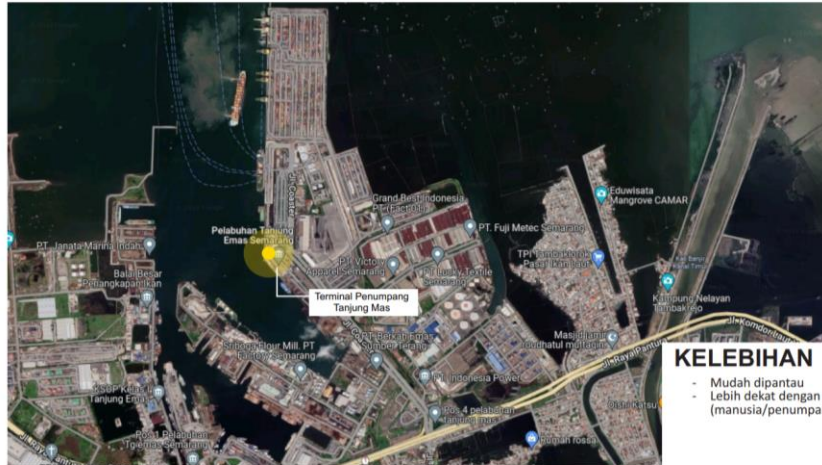


Gambar 9. Alternatif Peletakan Alat Alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi di PT Pelindo III (Persero) Cabang Tanjung Emas.

- c. Alternatif peletakan alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi diletakan pada sekitar kawasan Terminal Penumpang Tanjung Emas, dimana area ini merupakan area yang

langsung berdekatan dengan air laut dengan area terbuka sehingga sistem sensor angin dapat langsung bereaksi.

ALTERNATIF PELETAKAN 3



KELEBIHAN

- Mudah dipantau
- Lebih dekat dengan objek (manusia/penumpang)

KEKURANGAN

- Arus sirkulasi kapal terlalu ramai
- Alat akan mengganggu operasi pelabuhan
- Jauh dari sumber listrik

Gambar 10. Alternatif Peletakan Alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi Pada Sekitar Kawasan Terminal Penumpang Tanjung Emas

Berdasarkan data analisa Alternatif peletakan alat Sistem Monitoring Hidrometeorologi di atas, "Alternatif Peletakan 2." merupakan alternatif peletakan alat terbaik, dimana terdapat tanah lapang yang berbatasan langsung dengan tepian laut.

TEKNIK KUESIONER

Daftar pertanyaan yang ada dalam kuesioner ini diadaptasikan dari 22 Indikator Pencapaian KAH. KAH merupakan kesepakatan lebih dari 160 negara untuk mengarusutamakan pengurangan risiko bencana dalam pembangunan. Indonesia sebagai salah satu negara yang menyepakati KAH, meratifikasi KAH ini dalam Sistem Penanggulangan Bencana Nasional. Beberapa wujud ratifikasi KAH ini adalah Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Rencana Nasional Penanggulangan Bencana, Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana dan lainnya. Setiap tahunnya, Indonesia melaporkan pencapaian KAH ke salah satu sekretariat PBB yang bernama UN-ISDR (*United Nations International Strategic for Disaster Reduction*).

KUESIONER

Prioritas 1

Indikator 1

Peraturan instansi/unit kerja yang membahas KHUSUS tentang Penanggulangan Bencana di Kawasan Pelabuhan adalah:

| <i>Pertanyaan Kunci</i> | Respon | |
|--|--------|-------|
| | Ya | Tidak |
| 1. Apakah telah ada kelompok-kelompok pemangku kepentingan yang melaksanakan praktik pengurangan risiko bencana secara terstruktur dan terencana di instansi/unit kerja Pengelola Pelabuhan? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.5, BILA 'YA' LANJUTKAN KEPERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 2. Apakah telah ada aturan tertulis atau Prosedur Operasi Standar tentang pengurangan risiko bencana atau penanggulangan bencana? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.5, BILA 'YA' LANJUTKAN KEPERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 3. Apakah aturan tertulis atau Prosedur Operasi Standar tersebut telah diterapkan dalam instansi/unit kerja Anda dalam pengurangan risiko bencana secara terencana? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.5, BILA 'YA' LANJUTKAN KEPERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 4. Apakah aturan institusi atau Prosedur Operasi Standar tersebut telah diadaptasikan dalam aturan instansi/unit kerja lainnya? (LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 5) | | |

Indikator 2

1. Berapakah jumlah personil yang terkait langsung dalam penanggulangan bencana di instansi/unit kerja Anda?
2. Berapakah Anggaran khusus untuk pengurangan risiko bencana di instansi/unit kerja Anda?

| Pertanyaan Kunci | Respon | |
|---|--------|-------|
| | Ya | Tidak |
| 5. Apakah telah terbentuk tim penanganan bencana di instansi/unit kerja Anda? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.9 , BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 6. Apakah instansi/unit kerja Anda telah memiliki anggaran khusus tiap tahunnya dalam anggaran rutin instansi atau pun bentuk anggaran khusus lainnya untuk pelaksanaan aktivitas pengurangan risiko bencana? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.9 , BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 7. Menurut anda, apakah kebutuhan sumber daya yang terkait dengan PRB pada instansi/unit kerja Anda (dana, sarana, prasarana, personil) telah terpenuhi baik dalam hal kualitas maupun kuantitasnya? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.9 , BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 8. Apakah jumlah anggaran yang digunakan institusi Anda dan kemana penggunaan anggarannya dapat dimonitoring oleh masyarakat atau komunitas lain diluar insititusi Anda? (LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.9) | | |

Indikator 3

1. Apakah Anda mengetahui jalinan kerja sama antar instansi dalam menghadapi ancaman bencana apa yang mungkin terjadi hari ini diinstitusi Anda atau instansi/unit kerja yang berdekatan dengan institusi Anda?
2. Apakah Anda mengetahui peraturan/regulasi dalam menghadapi ancaman bencana apa yang mungkin terjadi hari ini diinstitusi Anda atau instansi/unit kerja yang berdekatan dengan institusi Anda?

| Pertanyaan Kunci | Respon | |
|--|--------|-------|
| | Ya | Tidak |
| 9. Apakah telah ada jalinan kerja sama antara instansi/unit kerja anda dengan komunitas lokal dalam aktivitas PRB? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.13, BILA 'YA' LANJUTKAN KEPERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 10. Menurut penilaian Anda, peraturan instansi/unit kerja tentang penanggulangan bencana yang ada di institusi Anda telah dengan jelas mengatur mekanisme pembagian kewenangan dan sumber daya berdasarkan peran dan tanggung jawab antara Pengelola Pelabuhan dan komunitas lokal secara relevan dan sistematis? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.13, BILA 'YA' LANJUTKAN KEPERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 11. Apakah dalam pembagian peran dan tanggung jawab, seluruh sektor komunitas, swasta dan seluruh pemangku melaksanakan perannya secara aktif? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.13, BILA 'YA' LANJUTKAN KEPERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 12. Apakah aktivitas PRB telah dipublikasikan secara transparan oleh media-media lokal - sebagai partisipasi komunitas? (LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO.13) | | |

Indikator 4

1. Apakah Anda mengetahui bencana yang berpotensi terjadi di daerah perbatasan kawasan (provinsi, kabupaten/kota) tempat Anda tinggal?

2. Apakah Dokumen Kajian Risiko Bencana yang telah ada telah memperhitungkan bencana-bencana yang terjadi di perbatasan lingkungan Anda dengan kawasan wilayah lain?

| <i>Pertanyaan Kunci</i> | Respon | |
|---|--------|-------|
| | Ya | Tidak |
| 13. Apakah telah tersedia Dokumen Kajian Risiko Bencana di Pengelola Kawasan Pelabuhan seperti pada pertanyaan No. 18? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 17, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 14. Apakah Dokumen Kajian Risiko bencana yang telah ada telah mempertimbangkan risiko-risiko lintas batas wilayah administrasi kawasan Anda? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 17, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 15. Apakah Dokumen Kajian Risiko bencana yang telah mempertimbangkan risiko-risiko lintas batas dapat diakses oleh setiap pemangku kepentingan antar daerah? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 17, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 16. Apakah Dokumen Kajian Risiko bencana yang telah mempertimbangkan risiko-risiko lintas batas telah diimplementasikan untuk pengurangan risiko bencana lintas batas? (LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 17) | | |

Prioritas 2

Indikator 1

1. Apakah Anda mengetahui bencana apa yang mungkin terjadi hari ini di institusi Anda atau instansi/unit kerja yang berdekatan dengan institusi Anda?
2. Apakah Anda mengetahui cara mengelola informasi bencana apa yang mungkin terjadi hari ini di institusi Anda atau instansi/unit kerja yang berdekatan dengan institusi Anda?

| <i>Pertanyaan Kunci</i> | Respon | |
|--|--------|-------|
| | Ya | Tidak |
| 17. Apakah telah ada arsip yang berisikan data kejadian bencana yang terjadi di institusi anda selama 5 tahun terakhir? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 21, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 18. Apakah Anda dapat mencari informasi kejadian bencana apa saja yang mungkin terjadi pada hari ini di instansi/unit kerja anda dari sumber informasi tertulis yang tepercaya? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 21, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 19. Apakah informasi bencana yang diperbarui setiap hari dari sumber informasi tersebut terintegrasi dengan sistem informasi ditingkat nasional ? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 21, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 20. Apakah informasi bencana yang diperbarui setiap hari dari sumber informasi tersebut dijadikan referensi dalam pengambilan kebijakan pembangunan di instansi/unit kerja anda? ? (LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 21) | | |

Indikator 2

1. Apakah instansi/unit kerja Anda pernah menyebarkan materi pengurangan risiko bencana (seperti leaflet, billboard, dll) kepada komunitas lain diluar institusi Anda?

2. Apakah institusi Anda telah menetapkan beberapa materi standar yang minimal harus disampaikan ke masyarakat terkait pengurangan risiko bencana?

| <i>Pertanyaan Kunci</i> | Respon | |
|--|--------|-------|
| | Ya | Tidak |
| 21. Apakah di instansi/unit kerja Anda telah terdapat berbagai media permanen (baik media cetak, elektronik, billboard, poster atau event/acara terorganisir yang tetap ada) untuk mempublikasikan pembangunan kesadaran masyarakat untuk melakukan praktik pengurangan risiko bencana? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 23, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 22. Apakah tersedia metode untuk mengukur keberhasilan strategi dan perencanaan publikasi yang diterapkan pada suatu institusi dalam meningkatkan praktik budaya pengurangan risiko bencana? | | |

Indikator 3

| <i>Pertanyaan Kunci</i> | Respon | |
|---|--------|-------|
| | Ya | Tidak |
| 23. Apakah telah ada rencana tata ruang kawasan pelabuhan yang mendukung upaya pengurangan risiko bencana? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 28, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 24. Apakah telah ada latihan-latihan evakuasi? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 28, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 25. Apakah sudah ada rencana kontijensi untuk 2 potensi bencana di institusi anda ? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 28, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 26. Apakah upaya penangan darurat dilaksanakan berdasarkan rencana kontijensi dan rencana pemulihan bencana? (BILA 'TIDAK' LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 28, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 27. Apakah ada prosedur tetap sebagai turunan dari Rencana kontijensi tersebut? (LANJUTKAN KE PERTANYAAN NO. 28) | | |

Indikator 4

| <i>Pertanyaan Kunci</i> | Respon | |
|--|--------|-------|
| | Ya | Tidak |
| 28. Apakah di daerah Anda telah memiliki prosedur operasi standar untuk penanganan darurat bencana yang memadukan seluruh prosedur operasi dari setiap institusi terkait penanganan darurat bencana yang ada di daerah Anda? (BILA 'TIDAK' PERTANYAAN SELESAI, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 29. Apakah dalam prosedur operasi standar penanganan darurat yang pemerintah atau insitusi Anda miliki telah terdapat prosedur untuk merekam (baik dalam pencatatan atau audio visual) pertukaran informasi saat darurat bencana? (BILA 'TIDAK' PERTANYAAN SELESAI, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |

| | | |
|---|---------------|--|
| 30. Setelah terjadi bencana, apakah terjadi proses evaluasi operasi kedaruratan berdasarkan catatan komunikasi dengan mewawancarai para tokoh terkait untuk meningkatkan efektivitas operasi darurat di kemudian hari? (BILA 'TIDAK' PERTANYAAN SELESAI, BILA 'YA' LANJUTKAN KE PERTANYAAN SELANJUTNYA) | | |
| 31. Apakah prosedur-prosedur terkait operasi darurat bencana diperbarui berdasarkan hasil dari evaluasi pencatatan komunikasi yang terjadi saat operasi darurat bencana yang telah terjadi? (SELESAI) | | |
| Nama : Jabatan : | Tandatangan : | |

JANGKA WAKTU RISET

Jangka waktu Riset kegiatan KAJIAN MITIGASI BENCANA HIDROMETROLOGI DAN TSUNAMI SEKTOR TRANSPORTASI LAUT/KAWASAN PELABUHAN SEKITARNYA,, direncanakan akan dilaksanakan dalam kurun waktu 3 (tiga) tahun atau 36 (tiga puluh enam) bulan, yaitu Tahun 2022-2024.

LUARAN

Dengan dilatarbelakangi oleh hal-hal tersebut di atas, selanjutnya rencana kerja program dan luaran yang akan dihasilkan pada kegiatan Riset TA 2022, mencakup:

- 1) Rekomendasi penguatan sistem peringatan dini dan penanganan mitigasi bencana hidrometeorologi dan tsunami di pelabuhan dan di atas kapal.
- 2) Karya Tulis Ilmiah (KTI) Submitted di *Journal internasional* pada *Journal of Coastal Research Terindex Scopus Q2* ISSN :07490208, 15515036 website: www.jcronline.org
- 3) Pengajuan (*submitted*) Paten Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas Aplikasi Teknologi Desain *Safety Water Transportation Monitoring System (SWTMS)*, serta
- 4) Hak Cipta berupa buku panduan standar operasional prosedur (SOP) mitigasi bencana di pelabuhan

TAHAPAN DAN JADWAL PELAKSANAAN

Secara umum jadwal kegiatan pelaksanaan adalah sebagai berikut:

| No. | Tahapan Pelaksanaan | Tahun 2022 |
|-----|---------------------|------------|
|-----|---------------------|------------|

| | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | e | a | p | a | u | u | u | e | k | o | e |
| | | n | b | r | r | y | n | l | g | p | t | v | s |
| 1 | Persiapan Peralatan dan Bahan | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Penakwaan Studi Pustaka | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Pemetaan kesiapan pelabuhan dalam mengantisipasi bencana, terutama bencana hidrometeorologi dan tsunami. | | | | | | | | | | | | |
| | A. Pelaksanaan Penelitian lapangan | | | | | | | | | | | | |
| | B. Pelaksanaan Penelitian Laboratorium | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pengolahan dan Analisa Data | | | | | | | | | | | | |
| 5. | Penyusunan Desain <i>Safety Water Transportation Monitoring System (SWTMS)</i> | | | | | | | | | | | | |
| 7. | Publikasi/Sosialisasi | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Pelaporan | | | | | | | | | | | | |

TIM PENELITI

| Nama | Pendidikan | Kepakaran | Peran dalam Kegiatan Riset | SCOPUS Profile (url) |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| Dr. Aprijanto, S.T., M.Si, IPU | S3 (Doktor) bidang geografi | Geografi wilayah-ICZM | Ketua Riset (Principal Investigator) | https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=L71BongAAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate |
| Ir. Joko Sutopo, S.T, MT, IPU | S2 (Magister) bidang Elektro | Teknik Elektro | Anggota tim untuk pengembangan early warning system | https://scholar.google.co.id/citations?user=NN5XJ5EAAAAJ&hl=id |
| Tjahjono Prijambodo, S.Si, M.Si | S2 (Magister) bidang perancangan | Geografi Fisik | Anggota tim untuk mitigasi bencana melabuhan | |
| Ir. Muhammad Alfian Santoso, M.T | S2 (Magister) bidang T. Mesin | Sistem Desain | Anggota tim untuk mitigasi bencana melabuhan | |
| Nurkhalis Rahili, S.T. | S1 (sarjana) Bidang Geomatika | Geomatika | Anggota tim untuk pengembangan early warning svstem | |
| Danang Ariyanto, ST | S1 (sarjana) Bidang Transportasi | Transportasi laut dan Logistik, HSF | Anggota tim untuk mitigasi bencana di kanal | |

REFERENSI

- ACF(*Action Contre la Faim*)-Pemprov. DKI Jakarta, 2008, Sistem Peringatan Dini Banjir Dokumentasi Pengembangan EWS bersama Masyarakat, *Laporan*, Jakarta.
- Anonymous, 2007, Dubai Coastal Zone Monitoring, tersedia di <http://www.dubaicoast.ae>, diakses April 2007.
- Aprijanto, Hartono, Catur Aries Rokhmana, Sutanto., 2012. Videography Technology Utilization for Rip Current , Sandbar and Shoreline Position Identification to Safety Management of Coastal Tourism. *Proceeding of " The Second International Conference on Port, Coastal, and Offshore Engineering (2nd ICPCO)*, pp.978–979.
- Aprijanto, 2015, Teknik Videografi Guna Mendukung Desain Model Sistem Peringatan Dini Bahaya *Rip current* Di Kawasan Parangtritis Kabupaten Bantul, *Disertasi*, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- BPDP-BPPT, 2013, Laporan Kemajuan WBS-2 Rekayasa Sistem Observasi Dinamika Pantai, *Materi Presentasi*, Balai Pengkajian Dinamika Pantai-BPPT, Yogyakarta
- Climate change 1995 : the science of climate change / edited by J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell.
- Davidson, M, 2002, The CoastView Project Initial Report on Video-Derived Coastal State Indicators (CSIs), *Executive Summary*, Egmond, Netherlands.
- Dutra, L. X. C., Bustamante, R. H., Sporne, I., van Putten, I., Dichmont, C. M., Ligtermoet, E., ... Deng, R. A. (2015). Organizational drivers that strengthen adaptive capacity in the coastal zone of Australia. *Ocean and Coastal Management*, 109, 64–76.
<http://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.02.008>
- Fowler, C.M.R. The Solid Earth. Cambridge University Press, Cambridge, 1990
- GTZ IS, 2009, Konsep & Rekomendasi untuk Implementasi Sistem Peringatan Dini Tsunami di Bali, Denpasar-Bali
- Hall, C. M. (2001). Trends in ocean and coastal tourism: The end of the last frontier? *Ocean and Coastal Management*. [http://doi.org/10.1016/S0964-5691\(01\)00071-0](http://doi.org/10.1016/S0964-5691(01)00071-0)
- Harjadi, P.P.J. dan Fauzi (Ed.), 2010, *InaTEWS Konsep dan Implementasi*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika – BMKG, Jakarta
- ISDR (international Strategy for Disaster Reduction), 2006, *Membangun Sistem Peringatan Dini: Sebuah Daftar Periksa Dari konsep ke tindakan*, EWC III Konferensi Internasional Ketiga tentang Peringatan Dini, 27-29 Maret 2006 Bonn, Jerman
- Kim, I., Lee, J. L., Hwang, J. S., Lee, S., & Lee, J. (2014). Vertical Structure of Rip Current Observed at Haeundae Beach. *Journal of Coastal Research*, 72(November 2014), 1–5.
<http://doi.org/10.2112/SI72-001.1>
- Mertens, T., Wolf, P. De, & Verwaest, T. (2008). An integrated master plan for Flanders future coastal safety. ... *Conference on Coastal ...*, 1–12. Retrieved from <http://www.vliz.be/imisdocs/publications/231164.pdf>
- North West Research Associates (NWRA), 2002, Applications of Argus Technology for Coastal Zone Management and Engineering, tersedia di <http://www.videometricsystems.com>, diakses April 2017.
- Papageorgiou, M. (2016). Coastal and marine tourism: A challenging factor in Marine Spatial Planning. *Ocean and Coastal Management*, 129, 44–48.
<http://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.05.006>

- Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008 *Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana*
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 3 Tahun 2012 tentang Pedoman Penilaian Kapasitas dalam Penanggulangan Bencana
- Rokhmana, C.A. dan Jelun, I.N., 2005, Videografi Sebagai Alternatif istem Pemantauan Wilayah Pesisir Yang Murah, *Prosiding*, Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV, Surabaya.
- Rokhmana, C.A., 2007, Aplikasi Teknologi Sensor Video Dalam Manajemen Resiko Bencana Alam, *Kumpulan Makalah* dalam 2nd Indonesian Geospatial Exhibition, Jakarta.
- Sunarto, Marfai, M.A., dan Mardiatno, D (ed.), 2010, *Penaksiran Multi-risiko Bencana Wilayah Kepesisiran Parangtritis : Suatu Analisis Serbacakup untuk Membangun Kepedulian Masyarakat Terhadap Berbagai Kejadian Bencana*. PSBA-UGM Yogyakarta.
- Undang-Undang (UU) Republik Indonesia No.24 Tahun 2007, tentang Penanggulangan Bencana.
- UNISDR, 2005, Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters, Extract from the final report of the World Conference on Disaster Reduction," UNISDR.
- Virzo, R. (2015). Coastal State Competences Regarding Safety of Maritime Navigation: Recent Trends. *Sequência (Florianópolis)*. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2015v36n71p19>
- Wang, Y., Osterman, J., Zhang, Y.Q., 2002, *Video Processing and Communications*, Prentice Hall, New Jersey.