

Analisis Risiko Ketinggian Gelombang Sebagai *Early Warning Signal* Pengeboran Gas Di Kepulauan Natuna Dengan Metode Analisa Semi Kuantitatif

Andy Noorsaman Sommeng ¹⁾Adhitya Saputra²⁾, Anondho Wijanarko ³⁾

^{1),2),3)}Teknik Kimia, Universitas Indonesia
Depok, Jakarta
Email : adhiet_putra18@yahoo.com

Abstrak. Dalam kegiatan operasional pengeboran gas lepas pantai yang merupakan kegiatan industri hulu migas dimana diawali dengan kegiatan Survei Pendahuluan untuk menentukan tempat atau kegiatan pengeboran gas tersebut. Dalam hal ini banyak ditemukan potensi bahaya yang dapat mengakibatkan kegagalan dilakukan survei pendahuluan. Pada penelitian ini, analisa risiko dilakukan pada kegiatan survei pendahuluan proses pengeboran gas di lepas pantai dengan metode analisa semi kuantitatif yang mana menjadi *early warning system* untuk memperoleh *working permit* (izin melakukan pekerjaan). Dalam penelitian ini, *scenario effect* yang memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk menyebabkan terjadinya *top event* (pada model *bow-tie*) lalu dianalisis dengan metode *event tree analysis*. Metode pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara pengamatan manual dan digitalisasi. Tinggi gelombang tertinggi terjadi pada bulan Desember 2017 dan November 2018 dengan tinggi maksimal 3,4 m (Desember 2017) dan 3,9 m (November 2018), curah hujan maksimal dan rata – rata tertinggi pada bulan Januari 2018 (137,7 mm/hari – Sangat Lebat) dan September 2018 (117,8 mm/hari – Sangat Lebat), nilai rata – rata kecepatan angin tertinggi terjadi pada bulan November 2018 (9 knot) dan disusul pada bulan Januari 2018 (8 knot), *scenario effect* yang akan menyebabkan *top event* tersebut, lalu dilanjutkan dengan analisis *event tree* berdasarkan hasil survei yang didapat dari literature, tinggi gelombang di Laut Natuna Utara tertinggi pada 3,9 meter (Minggu ke-2 November 2018) termasuk kategori gelombang air laut cukup tinggi (2 – 4 meter) dan kecepatan angin tertinggi pada 15 knot (Minggu ke-1 November 2018) termasuk kategori kecepatan angin medium (11 – 30 knot) sehingga menghasilkan potensi dampak level 2. Sebagai upaya pencegahan dampak tersebut adalah dengan melakukan pemasangan peralatan inovasi yang berupa AWS Maritime (Automatic Weather Station) sebagai *early warning signal* di perairan maupun lepas pantai dan Alat Pengaman Diri pada pekerja sehingga mampu meminimalisasi risiko kegiatan survei pendahuluan yang diakibatkan oleh pembangkitan ketinggian gelombang karena pengaruh kecepatan angin.

Kata kunci: *early warning signal*, pengeboran gas

1. Pendahuluan

Upaya peningkatan produksi minyak dan gas bumi (migas) nasional tidak bisa hanya bergantung pada lapangan-lapangan yang sudah ada. Penemuan cadangan baru mutlak diperlukan agar produksi migas tetap terjaga. Indonesia mempunyai potensi cadangan minyak dan gas bumi di seluruh penjuru Nusantara. Keseluruhan potensi cadangan minyak dan gas bumi dapat menjadi kegiatan hulu minyak dan gas Indonesia. Kegiatan survei pendahuluan dalam migas memegang peranan penting sebagai *early warning signal* sehingga diperoleh izin melakukan pekerjaan (*working permit*) kegiatan pengeboran gas lepas pantai. Banyak hambatan-hambatan di lapangan yang membuat survei pendahuluan tidak bisa dilaksanakan, seperti masalah perizinan, sosial masyarakat, alam (tinggi gelombang, curah hujan, angin). Kegiatan Survei Pendahuluan pada Industri Hulu Migas merupakan bagian terpenting dalam hal pengeboran gas di lepas pantai, sehingga diperlukan kecermatan dan ketepatan kapan dilakukan kegiatan survey pendahuluan ini. Kegiatan ini tidak lepas dari faktor alam yang bisa mengganggu pelaksanaan survey pendahuluan dimana salah satunya adalah ketinggian gelombang air laut dan pengaruh dari angin. Ketinggian gelombang laut tertentu memiliki potensi bahaya terjadinya kegagalan dalam kegiatan survey pendahuluan untuk mendapatkan lapangan gas yang baru. Teori mengenai ketinggian gelombang dibagi menjadi 2 yaitu Teori pertama yang dikemukakan oleh Philips, menyatakan bahwa Turbulensi dalam angin menyebabkan fluktuasi acak permukaan laut yang menghasilkan gelombang – gelombang kecil – kecil / riak dengan panjang gelombang beberapa meter. Gelombang – Gelombang kecil ini kemudian tumbuh secara linier melalui proses resonansi dengan fluktuasi tekanan turbulensi.[1] Teori Kedua dikemukakan oleh Miles, dan

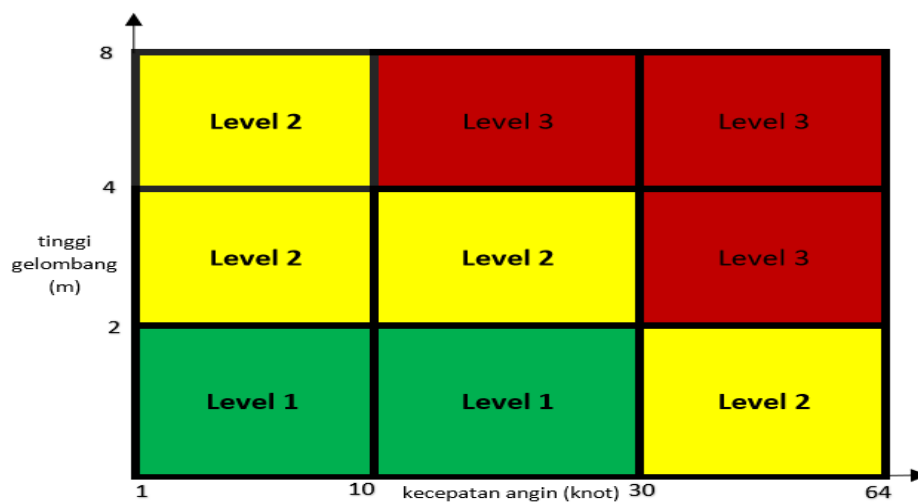
dikenal dengan teori ketidakstabilan atau mekanisme arus balik (*feed back mechanishm*) menyatakan bahwa ketika ukuran gelombang – gelombang kecil yang sedang tumbuh mengganggu aliran udara diatasnya, angin yang bertiup memberikan tekanan yang semakin kuat seiring dengan meningkatnya ukuran gelombang sehingga gelombang tumbuh menjadi besar.[2] Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan analisa resiko dengan menggunakan semi kuantitatif sehingga penilaian resiko yang tepat kapan dilakukannya pelaksanaan kegiatan survey pendahuluan dan sebagai *early warning signal* dan kegiatan tersebut dapat berlangsung guna meningkatkan cadangan minyak dan gas. Analisa Risiko yang akan digunakan dalam hal ini menggunakan *Bowtie Analysis* dan *Event Tree Analysis*, dimana kegiatan Survey Pendahuluan merupakan hal yang paling penting dalam peningkatan energi terbarukan terutama cadangan minyak dan gas dapat meningkat. *Event tree analysis* adalah teknik analisis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi urutan peristiwa dalam skenario kecelakaan yang potensial. ETA menggunakan struktur pohon logika visual yang dikenal sebagai pohon kejadian (ET). Tujuan dari ETA adalah untuk menentukan apakah suatu kejadian akan berkembang menjadi sebuah kecelakaan serius atau jika peristiwa tersebut dapat dikendalikan oleh sistem keselamatan dan prosedur yang diterapkan dalam desain sistem. ETA dapat menghasilkan berbagai kemungkinan hasil keluaran dari sebuah kejadian awal, dan dapat memprediksi kemungkinan terjadinya kecelakaan untuk setiap hasil keluaran.[3]. Sebelumnya perlu adanya identifikasi resiko yang dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan resiko nya. Pada tahap ini dilakukan penyusunan skenario proses kejadian yang akan menimbulkan risiko berdasarkan informasi gambaran hasil eksplorasi masalah diatas. Skenario menjadi penting untuk memberikan rangkaian ‘cerita’ tentang proses terjadinya sebuah risiko, termasuk faktor-faktor yang dapat diduga menjadi penyebab ataupun mempengaruhi timbulnya risiko. Tahap ini akan memberikan rentang probabilitas yang ada. Sebagaimana konsekuensi, maka probabilitas juga merupakan variabel penting yang akan menentukan level risiko yang ada. Pendekatan yang digunakan untuk identifikasi risiko diantaranya, *checklist*, penilaian berdasarkan pengalaman dan pencatatan, *flowcharts*, *brainstorming*, analisis sistem, analisis skenario, dan teknik sistem *engineering*.[4]

2. Pembahasan

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai analisis kajian risiko pengaruh ketinggian gelombang pada kegiatan di lepas pantai wilayah Kepulauan Natuna yang lebih spesifik untuk tujuan eksplorasi dan pengeboran. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan melalui data hasil citra satelit setiap minggu di sepanjang tahun 2018. Data ini diolah terlebih dahulu agar dapat disesuaikan dengan kerangka penelitian sebagai faktor pembangkitan tinggi gelombang laut sehingga dapat ditentukan *scenario effect* berdasarkan data tersebut. Dalam penelitian ini, *scenario effect* yang memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk menyebabkan terjadinya *top event* (pada model *bow-tie*) lalu dianalisis dengan metode *event tree analysis* sehingga dapat diambil keputusan dalam mengontrol dan upaya mitigasi risiko yang terjadi pada kegiatan di lepas pantai wilayah Kepulauan Natuna. Dengan demikian, kegiatan eksplorasi dan pengeboran lepas pantai dapat dimanfaatkan potensi peluangnya dan meminimalisir dampak ancaman yang terjadi. Penentuan *scenario effect* ketinggian gelombang pada *Event Tree Analysis* (Analisa Semi Kuantitatif) merupakan cara untuk mengidentifikasi skenario kejadian/kecelakaan dan kuantifikasi risiko pada asesmen risiko. Pada *scenario effect* gelombang, seluruh potensi dampak yang mengacu pada kesehatan dan keselamatan kerja dikategorikan dengan skala peningkatan dampak dalam 4 level kategori. Berikut penjelasan tentang 4 level kategori skala dampak yang digunakan :

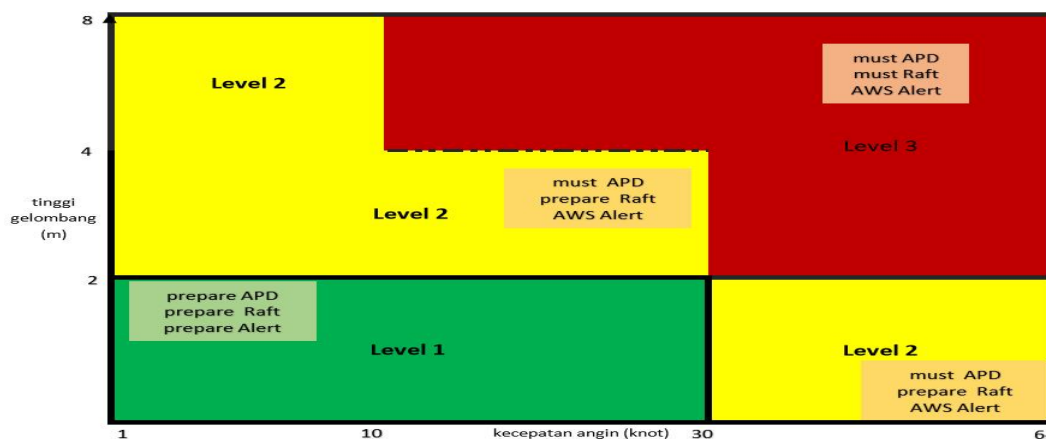
1. Level 0: *Near miss*. Berpotensi terjadi tidak terjadi kecelakaan yang berdampak pada kesehatan dan keselamatan kerja
2. Level 1 *Accident with minor injuries*. Berpotensi terjadi kecelakaan dengan cedera ringan seperti memar, nyeri, pusing, dll.
3. Level 2 *Accident with major injuries*. Berpotensi terjadi kecelakaan dengan cedera berat seperti hilang kesadaran, patah tulang, pendarahan baik di luar dan di dalam, dll.

Level 3 *Accident with fatality*. Berpotensi terjadi kecelakaan dengan kemungkinan meninggal seperti tenggelam dan serangan jantung.



Gambar 1.1 Model Risk Level Skenario Ketinggian Gelombang Akibat Kecepatan Angin di Kepulauan Natuna

Model Risk Level yang ditunjukkan pada gambar 4.1 menjelaskan Potensi dampak yang disebabkan oleh skenario ketinggian gelombang yang diakibatkan karena kecepatan angin. Setiap level Resiko memiliki potensi dampak yang berbeda – beda. *Risk Map* inilah yang akan dijadikan acuan untuk melakukan mitigasi resiko yang terjadi dan juga upaya pencegahan yang akan dilakukan sesuai dampak yang terjadi.



Gambar 1.2 Model Risk Level Upaya Pencegahan Potensi Dampak Ketinggian Gelombang akibat Pengaruh Kecepatan Angin di Kepulauan Natuna

Sebagai upaya dari pencegahan untuk mendapatkan mitigasi yang tepat dari potensi dampak yang ditunjukkan pada gambar 1.1, dimana setiap level resiko yang terjadi menggunakan upaya pencegahan yang berbeda – beda. Upaya pencegahan ini digunakan sebagai bentuk inovasi kegiatan yang nantinya dianalisis dengan menggunakan analisa *Bowtie*.

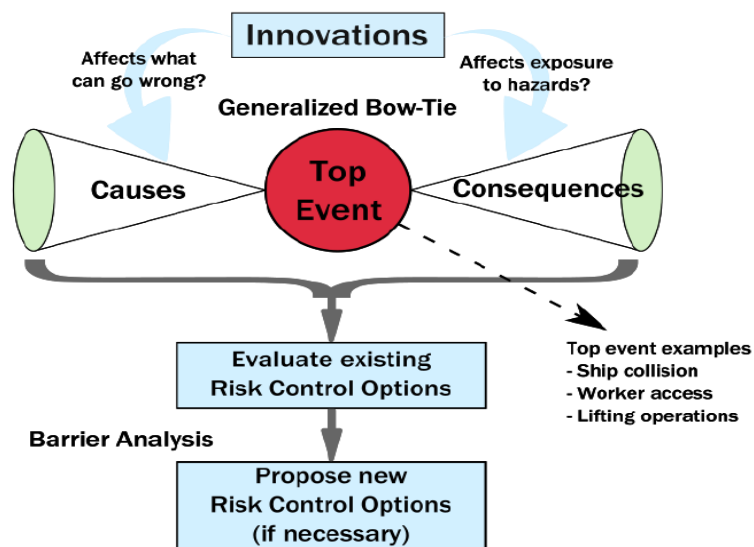
2.1. Tabel

Tabel 1.1 Kategori skala potensi dampak berdasarkan scenario effect tinggi gelombang dan kecepatan angin

<i>Scenario Effect</i>	Kecepatan Angin	Potensi Dampak	Upaya Pencegahan
Gelombang air laut sangat tinggi (4 – >8m)	Kuat (31 – > 64knot)	Level 3	1. AWS Marine (Authomatic Weather Station) 2. Peralatan keselamatan pada kapal (life raft) 3. Pekerja menggunakan APD (Life Jacket)
	Medium (11 – 30knot)	Level 3	
	Lemah (1 – 10knot)	Level 2	
Gelombang air laut cukup tinggi (2 – 4m)	Kuat (31 – > 64knot)	Level 3	
	Medium (11 – 30knot)	Level 2	
	Lemah (1 – 10knot)	Level 2	
Gelombang air laut rendah (0 – 2m)	Kuat (31 – > 64knot)	Level 2	
	Medium (11 – 30knot)	Level 1	
	Lemah (1 – 10knot)	Level 1	

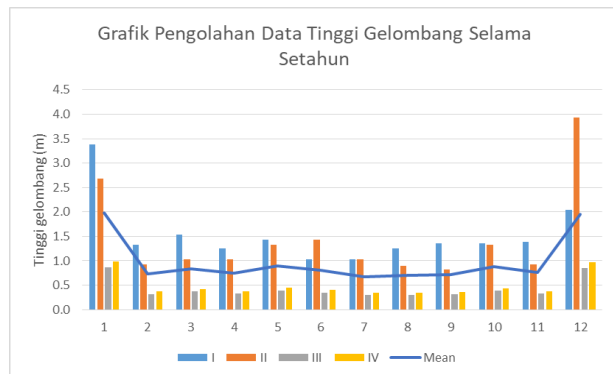
Tabel scenario effect diatas dibentuk berdasarkan model diagram *bow-tie*, dimana *scenario effect* sebagai factor penyebab dan potensi dampak yang dapat terjadi beserta upaya pencegahan dianalisis agar dapat meminimalisir jika terjadi skenario berbahaya pada level 3. Model *bow-tie* digunakan karena analisis berdasarkan fakta yang korelasinya langsung pada faktor penyebab dan akibat serta dapat mudah dimengerti untuk evaluasi kontrol risiko (termasuk upaya pencegahan) baik secara kualitatif dan kuantitatif. Dari setiap *top event* (kejadian yang berkaitan dengan potensi dampak) pada model *bow-tie*, risiko pekerja kehilangan keseimbangan dalam bekerja baik diatas kapal maupun platform merupakan skenario yang sering terjadi berdasarkan data statistic dan referensi literatur untuk dianalisis pada *event tree analysis*.

2.2. Gambar Dan Keterangan Gambar

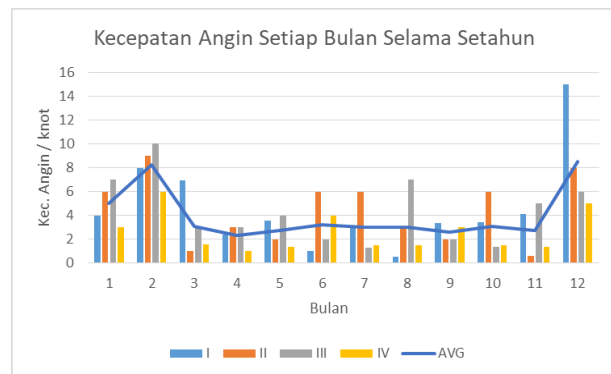


Gambar 2.1 Analisis Bowtie

Sebagai upaya dari pencegahan untuk mendapatkan mitigasi yang tepat dari potensi dampak yang ditunjukkan pada table 2.1, dimana setiap level resiko yang terjadi menggunakan upaya pencegahan yang berbeda – beda. Upaya pencegahan ini digunakan sebagai bentuk inovasi kegiatan yang nantinya dianalisis dengan menggunakan analisa *Bowtie* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.

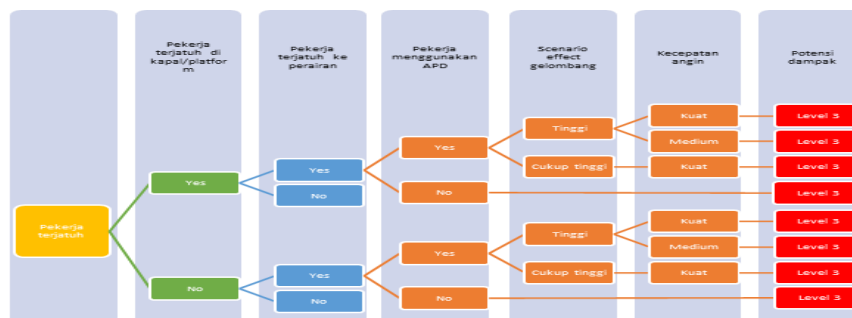


Gambar 2.2 Grafik tinggi gelombang air laut



Gambar 2.3 Grafik kecepatan angin.

Dalam mengkaji skenario effect yang akan menyebabkan *top event* tersebut, lalu dilanjutkan dengan analisis *event tree* berdasarkan hasil survey yang didapat dari literatur. Pada bahasan sebelumnya diketahui bahwa tinggi gelombang di Laut Natuna Utara tertinggi pada 3,9 meter (Minggu ke-2 November 2018) termasuk kategori gelombang air laut cukup tinggi (2 – 4 meter) dan kecepatan angin tertinggi pada 15 knot (Minggu ke-1 November 2018) termasuk kategori kecepatan angin medium (11 – 30 knot) sehingga menghasilkan potensi dampak level 2.



Gambar 4.3 Analisis Event Tree yang menunjukkan potensi dampak pada Level 3

Risiko pekerja kehilangan keseimbangan dalam bekerja baik diatas kapal maupun platform merupakan skenario yang sering terjadi berdasarkan gambar 4.12 menggunakan model *event tree analysis*, dimana resiko pekerja ini menunjukkan bahwa memiliki dampak resiko level 3 akibat dari analisa skenario pengaruh ketinggian gelombang akibat kecepatan angin yang tinggi. Dengan adanya dampak resiko pekerja level 3, perlu adanya upaya pencegahan serta mitigasi yang tepat untuk meminimalisasi potensi resiko yang paling berbahaya yaitu level 3

3. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian analisa resiko ketinggian gelombang sebagai *early warning signal* pengeboran gas dengan menggunakan metode analisa semi kuantitatif antara lain sebagai berikut :

1. Hasil analisa skenario ketinggian gelombang yang terjadi yang disebabkan dengan pengaruh angin yang berada di kepulauan Natuna dalam rentang 1 tahun (Desember 2017 – November 2018), dimana menunjukkan bahwa potensi dampak yang ditimbulkan dengan skenario pengaruh gelombang menggunakan *bow-tie analysis* didapatkan resiko dampak pada level 2. Sebagai upaya pencegahan dampak tersebut adalah dengan melakukan pemasangan peralatan inovasi

- yang berupa *AWS Maritime (Authomatic Weather Station)* sebagai *early warning signal* di perairan dan lepas pantai.
2. Risiko pekerja yang dianalisa dengan menggunakan *event tree analysis* menunjukkan dampak resiko pada level 3, dimana dipengaruhi oleh adanya gelombang tinggi dan kecepatan angin. Dengan dampak resiko level 3 perlu adanya alat pengaman diri (APD) kepada pekerja yang melakukan kegiatan eksplorasi sehingga dapat menciptakan keselamatan kerja yang berdampak pada tujuan peningkatan target eksplorasi di lepas pantai dan perairan melalui kegiatan survei pendahuluan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu dalam penulisan ini yang akhirnya mampu menyelesaikan makalah ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Phillips, O.M, 1957, *On the generation of wave by turbulent wind*. Journal of Mechanics. 2(5): 417-445.
- [2]. Miles J.W., 1957. *On the generation of surface waves by shear flows*, Journal of Fluid Mechanics. 3(2) 185–204
- [3]. Andrews, J. D. and S. J. Dunnett, 2000, *Event Tree Analysis Using Binary Decision Diagrams*, IEEE Trans. Reliability, 49(2):230–238.
- [4]. Standards Australia/Standards New Zealand, 2004, *Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004*, Standards Australia International Ltd. Sydney, Australia