

Identifikasi Potensi Bencana Alam dan Upaya Mitigasi yang Paling Sesuai Diterapkan di Pesisir Indramayu dan Ciamis

Ruswandi¹, Asep Saefuddin², Syafri Mangkuprawira², Etty Riani² dan Priyadi Kardono²

ABSTRACT Indonesia as the biggest state archipelago, has huge natural coastal resources and high natural disaster potency. The configuration of big islands and medium-small islands put Java Sea as the inner water area, which made the northern part of Java coastal was very often hit by tidal wave that made abrasion. The tectonic plate boundary in the southern part of Java coastal cause earthquakes, which might follows by tsunami. The objective of this scientific paper is to know the types of natural disaster that has potency to occur, and types of its disaster mitigation. The interrelated analysis of intersource disaster potency has done by the Interpretive Structural Modeling. The

results of data analysis and expert judgments are shown that in Indramayu the main threats of natural disaster are tidal wave, flood and abrasion. And the main threats in Ciamis are tsunami, earthquake and tidal wave. The most suitable mitigation has determined based on Exponential Comparative Methods. The results show that in Indramayu, there is a combination of breakwater, slope protection, and groyne, which supported by mangrove planting (or replanting), artificial reef, and beach nourishment. In Ciamis, the mitigation is early warning system, which supported by self rescuing system and combination of breakwater, slope protection, and groyne.

Keywords : disaster potency, mitigation, ISM, ECM

Naskah masuk: 20 September 2008
Naskah diterima: 15 Oktober 2008

Ruswandi
Sekolah Pasca Sarjana IPB
Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan
Email: bagusdipa@yahoo.co.id

Asep Saefuddin
Sekolah Pasca Sarjana IPB
Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan
Email: asaefuddin@gmail.com

Sjafri Mangkuprawira
Sekolah Pasca Sarjana IPB
Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan
Email: sjaf43@yahoo.com

Etty Riani Harsono
Sekolah Pasca Sarjana IPB
Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan
Email: ettyriani_harsono@yahoo.com

Priyadi Kardono
Sekolah Pasca Sarjana IPB
Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan
Email: priyadi.kardono@bnpb.go.id

ABSTRAK Sebagai negara kepulauan terbesar, Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam pesisir melimpah dan potensi bencana alam yang tinggi. Konfigurasi pulau besar dan pulau kecil menempatkan Laut Jawa sebagai perairan dalam yang mengakibatkan pantura Jawa sering diterjang gelombang pasang sehingga mengalami abrasi. Posisi lempeng tektonik di sebelah selatan Pulau Jawa mengakibatkan gempabumi dan tsunami sangat potensial melanda pantai selatan Jawa. Tulisan ilmiah ini bertujuan mengetahui potensi bencana alam dan bentuk mitigasi yang sesuai diterapkan di pesisir Indramayu dan Ciamis. Metode analisis yang digunakan adalah *Interpretive Structural Modeling* dan hasil analisis data serta pendapat pakar menunjukkan bahwa bencana potensial di Indramayu adalah gelombang pasang diikuti banjir dan abrasi, dan di Ciamis adalah gempabumi, tsunami diikuti oleh gelombang pasang. Bentuk mitigasi yang paling sesuai ditentukan oleh Metode Perbandingan

Eksponensial dimana di Indramayu adalah gabungan pemecah ombak, peredam abrasi, dan penahan sedimentasi sejajar pantai serta gabungan penanaman *mangrove*, terumbu karang buatan dan revitalisasi pasir pantai. Di Ciamis, adalah sistem peringatan dini, penyelamatan diri dan gabungan pemecah ombak, peredam abrasi, dan penahan sedimentasi sejajar pantai.

Kata kunci : potensi bencana, mitigasi, ISM, MPE.

PENDAHULUAN

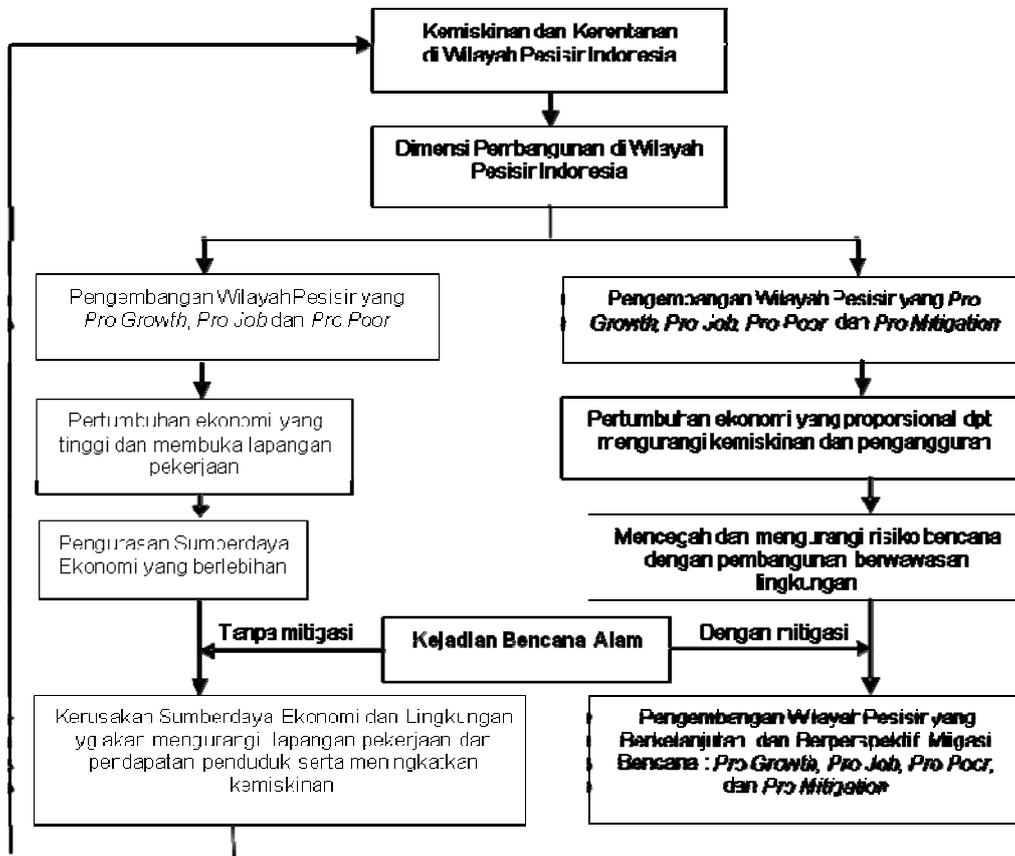
Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia selain memiliki kekayaan sumber daya alam pesisir yang melimpah, juga memiliki potensi bencana alam yang sangat tinggi (Dahuri, 1996). Pantai Utara (pantura) dan pantai selatan (pansela) pulau Jawa yang memiliki potensi perikanan, minyak dan gas bumi serta bentang alam yang menarik juga memiliki potensi bencana alam antara lain, gempabumi, tsunami, gelombang pasang, banjir, abrasi, akresi, intrusi air laut, dan angin kencang (Bapeda Prov. Jabar, 2007). Seluruh bencana alam tersebut mengancam masyarakat yang bermukim dan menggantungkan hidupnya di pesisir, dan berdampak buruk bagi ekosistem pesisir.

Oleh karena itu identifikasi potensi bencana alam disamping potensi sumberdaya alam merupakan salah satu aspek penting dalam pertimbangan perumusan kebijakan pengembangan wilayah. Berdasarkan pemahaman potensi bencana alam yang mungkin terjadi, maka diperlukan langkah preventif proaktif dan kesiapsiagaan sebelum terjadinya bencana, serta sistem penanggulangan ketika terjadi bencana. Langkah pemulihan setelah terjadi bencana berupa rehabilitasi dapat dimasukkan dalam rumusan kebijakan pengembangan wilayah tersebut. Sejauh ini, pertimbangan potensi bencana alam di wilayah pesisir belum mendasari kebijakan secara komprehensif. Hal ini terbukti dalam kebijakan pengembangan wilayah pesisir yang pada umumnya belum dilengkapi dengan sistem mitigasi bencana.

Mitigasi bencana dapat diartikan sebagai upaya sistemik untuk mengurangi risiko bencana baik secara struktural maupun non struktural (Coburn, et al. 1994). Mitigasi struktural meliputi upaya fisik yang dilakukan untuk mengurangi risiko bencana, antara lain sistem peringatan dini, pembangunan pemecah ombak, peredam abrasi, penahan sedimentasi (*groin*), pembangunan pemukiman panggung, relokasi permukiman dan remangrovisasi. Mitigasi non struktural meliputi upaya non fisik untuk mengurangi risiko bencana, seperti pembuatan peraturan perundangan terkait, norma standar prosedur manual (NSPM), dan sosialisasi upaya mitigasi bencana serta menyusun *standard operational procedure* (SOP) penyelamatan diri maupun massal (Bappenas, 2006). Upaya mitigasi bencana alam sangat ditentukan oleh kemampuan SDM aparat dan masyarakat setempat, teknologi, prasarana, sarana, biaya serta kombinasi antar instansi terkait. Penyiapan upaya mitigasi tersebut juga terkait dengan *political will* atau persepsi pemerintah daerah menyikapi penting tidaknya memperhitungkan risiko bencana, terutama sebelum bencana alam terjadi.

Bentuk dan tingkat efektivitas mitigasi bencana alam yang dapat diterapkan tidak sama antara satu upaya dengan upaya yang lain, satu wilayah dengan wilayah lain, tergantung pada jenis dan intensitas bencana alam yang terjadi (Subandono, 2007). Kajian secara akurat dan langsung mengenai bentuk dan efektivitas mitigasi bencana alam di suatu daerah seringkali sulit dilakukan karena bencana alam seringkali sulit diprediksi (Latief, 2005). Oleh karena itu, kajian efektivitas mitigasi bencana alam suatu daerah dapat dilakukan dengan membandingkan sistem yang sama yang telah dilakukan dalam penanggulangan bencana sejenis di tempat lain.

Tulisan ini merupakan gabungan dua sub model dari enam sub model dalam penelitian tentang kebijakan pengembangan wilayah pesisir yang berkelanjutan dan berspektif mitigasi bencana. Gabungan kedua sub model ini bertujuan untuk mengetahui jenis bencana alam di wilayah pesisir, serta upaya pengurangan risiko bencana yang juga dikenal sebagai



Gambar 1. Kerangka pemikiran pengembangan wilayah pesisir Indramayu dan Ciamis

mitigasi bencana. Selanjutnya upaya mitigasi bencana tersebut dianalisis bentuk dan tingkat efektivitasnya untuk diterapkan di pantai utara pulau Jawa yaitu pesisir Indramayu dan di pantai selatan pulau Jawa yaitu pesisir Ciamis.

METODE PENELITIAN

1. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan latar belakang kemiskinan, kerentanan dan dimensi pembangunan di wilayah pesisir Indonesia, pemerintah memiliki dua

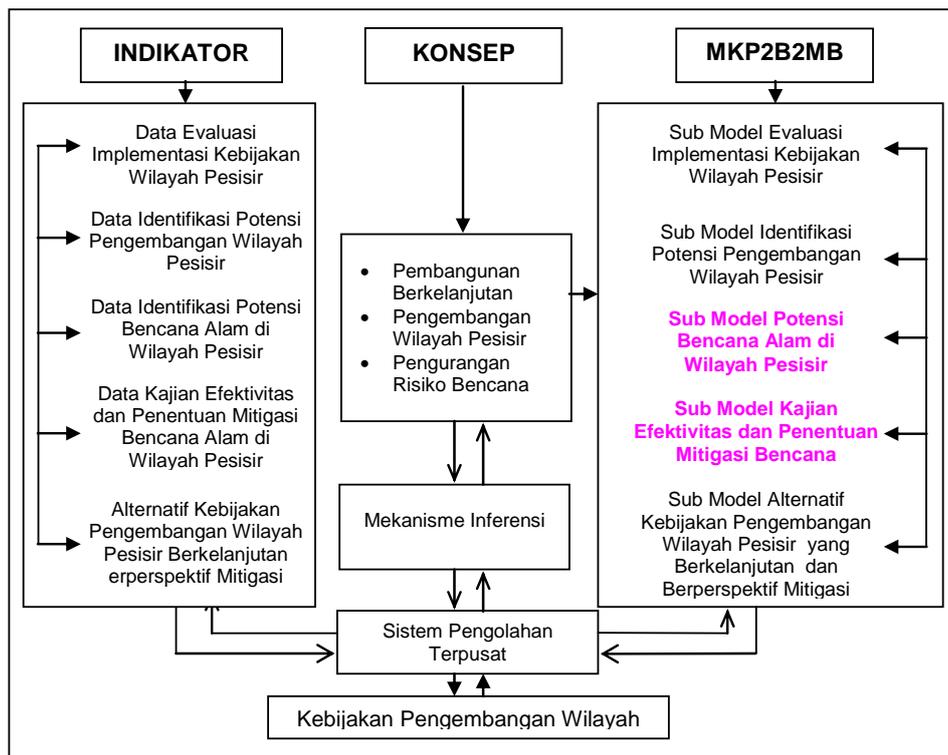
pilihan strategi yaitu pertama pengembangan wilayah pesisir yang *pro growth, pro job, dan pro poor* atau kedua yaitu pengembangan wilayah pesisir yang *pro growth, pro job, pro poor dan pro mitigation*. Strategi pertama menghasilkan pertumbuhan yang tinggi dan membuka lapangan pekerjaan, tetapi dapat mengurus sumberdaya ekonomi yang berlebihan sehingga menimbulkan kerusakan lingkungan. Ketika terjadi bencana alam, kerentanan wilayah pesisir akan memperbesar risiko bencana sehingga kegiatan ekonomi terhenti dan kemiskinan akan meningkat. Sebaliknya strategi kedua yang menghasilkan pertumbuhan ekonomi

yang moderat tetapi tidak menimbulkan kerusakan sumberdaya alam, sehingga dapat mempertahankan ketahanan lingkungan dan ketika terjadi bencana alam risiko yang ditimbulkan akan dapat direduksi. Oleh karena itu pemerintah hendaknya menempuh Kebijakan Pengembangan Wilayah Pesisir yang Berkelanjutan dan Berperspektif Mitigasi Bencana dengan strategi *pro growth, pro job, pro poor* dan *pro mitigation* (Gambar 1).

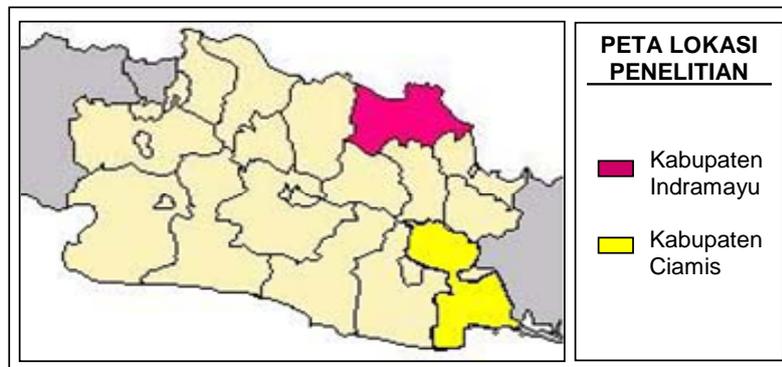
Berdasarkan kondisi tersebut, upaya pengembangan wilayah pesisir memerlukan sebuah model yang dapat menunjang sebuah keputusan kebijakan yang akan diterapkan (Eryatno, 2007), sehingga kebijakan yang dikeluarkan merupakan suatu harmonisasi ekologi, sosial, ekonomi, dan berperspektif mitigasi bencana. Model kebijakan pengembangan wilayah yang berkelanjutan dan

berperspektif mitigasi bencana disusun berdasarkan rangkaian proses sebagai berikut:

- Mengevaluasi implementasi kebijakan pengembangan wilayah pesisir:
- Mengidentifikasi potensi pengembangan wilayah pesisir,
- Mengidentifikasi potensi bencana alam yang sering terjadi di wilayah pesisir yang bersangkutan,
- Mengkaji bentuk dan efektivitas keberhasilan upaya mitigasi bencana yang sejenis di wilayah lain,
- Mengembangkan model kebijakan pengembangan wilayah pesisir yang berkelanjutan berperspektif mitigasi bencana, dan
- Merumuskan kebijakan pengembangan wilayah pesisir berperspektif mitigasi bencana alam.



Gambar 2. Konfigurasi model arahan kebijakan pengembangan wilayah pesisir yang berkelanjutan dan berperspektif mitigasi bencana (KP2B2MB)



Gambar 3. Lokasi penelitian di Provinsi Jawa Barat

Setiap model tersebut dalam proses pelaksanaannya akan menggunakan metode dan teknik tertentu seperti *Knowledge Based Managment System* (KBMS), gabungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Strength Weakness Opportunities Threats* (SWOT), *Interpretive Structural Modeling* (ISM), Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) serta AHP. Keenam sub model tersebut akan diintegrasikan menjadi suatu model dalam suatu program aplikasi yaitu 'Model Kebijakan Pengembangan Wilayah Pesisir yang Berkelanjutan dan Berperspektif Mitigasi Bencana' yang selanjutnya akan disingkat sebagai MKP2B2MB (Gambar 2).

Sebagai suatu program aplikasi Sistem Penunjang Keputusan (SPK) - MKP2B2MB setelah dilengkapi dengan berbagai data yang dibutuhkan, akan dapat disimulasikan sehingga diperoleh kebijakan pengembangan wilayah pesisir yang berkelanjutan dan berperspektif mitigasi bencana yang sesuai dengan kondisi wilayah yang bersangkutan.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah pesisir Kabupaten Indramayu dan Ciamis. Letak Kabupaten Indramayu dan Ciamis dalam peta skematis Provinsi Jawa Barat ditunjukkan pada Gambar 3. Wilayah pesisir Kabupaten Indramayu merepresentasikan wilayah pantai utara (pantura) Pulau Jawa, dan wilayah pesisir

Kabupaten Ciamis merepresentasikan pantai selatan (pansela) Pulau Jawa. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Juni 2008.

3. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh melalui studi pustaka hasil-hasil penelitian terdahulu pada berbagai instansi terkait seperti Satuan Pelaksana Penanggulangan Bencana (Satlak PB) Kabupaten Indramayu dan Ciamis, Satkorlak PB Provinsi Jawa Barat, Bakornas PB, Lembaga Ilmiah Pengetahuan Indonesia (LIPI), Departemen Kelautan dan Perikanan, Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Barat dan Kabupaten Indramayu dan Ciamis, Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Ciamis serta dari Perguruan Tinggi (ITB dan IPB). Sedangkan data primer diperoleh melalui diskursus pada tahun 2008 dengan pakar terkait yaitu Dr. Hamzah Latief, Djoko Suroso, PhD, Dr. rer. nat. Sumantri Tahrir, Dr. Subandono Diposaptono, Ir. Darsono, dan Danny Hilman, PhD.

4. Metode Analisis

a. Analisis Potensi Bencana Alam

Identifikasi potensi bencana alam di wilayah pesisir kabupaten Indramayu dan Ciamis

menggunakan metode analisis *Interpretative Structural Modelling* (ISM). Langkah pertama dalam analisis ISM (Saxena, 1992) adalah menentukan sub-sub elemen dalam elemen potensi bencana alam wilayah pesisir. Pemilihan subelemen potensi bencana alam dilakukan dengan studi pustaka dan survey pakar. Marimin (2004) menyebutkan bahwa hubungan kontekstual antarelemen berupa label V, A, X, dan O dengan pengertian :

- V : Jika sumber potensi pertama mempengaruhi/ lebih penting dari sumber potensi ke dua
- A : Jika sumber potensi ke dua mempengaruhi/ lebih penting dari sumber potensi pertama
- X : Jika sumber potensi pertama dan sumber potensi ke dua sama dan saling mempengaruhi/sama penting.
- O : Jika tidak ada hubungan kontekstual diantara kedua sumber potensi bencana

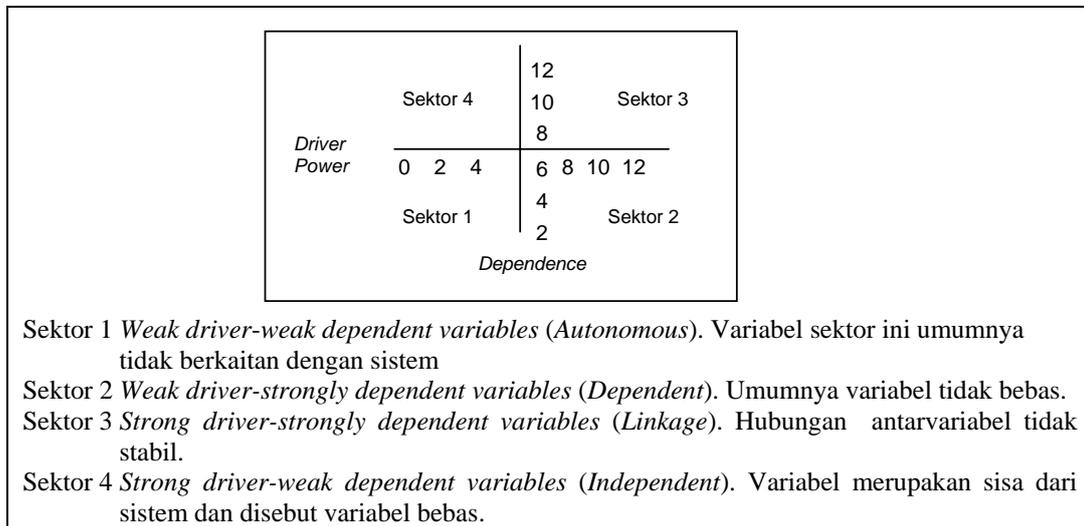
Langkah berikutnya adalah menyusun hirarkhi setiap subelemen pada elemen yang dikaji dan mengklasifikasikannya dalam empat sektor yaitu sektor *Autonomus*, *Dependent*, *Linkage*, atau *Independent* (Gambar 4).

Adapun langkah-langkah penyusunan model potensi penyebab bencana alam di

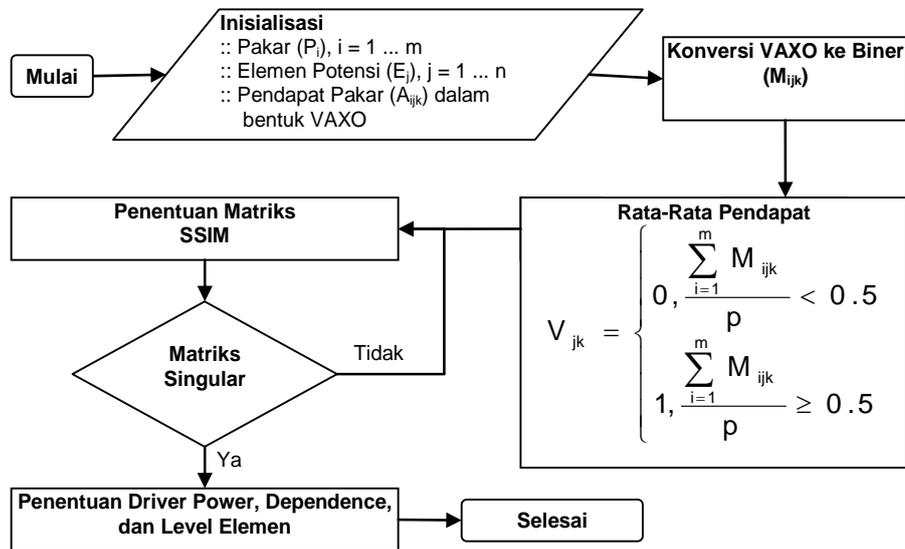
wilayah pesisir seperti pada Gambar 5.

b. Analisis Bentuk dan Efektivitas Mitigasi Bencana Alam

Analisis bentuk dan efektivitas mitigasi bencana alam diselesaikan menggunakan dua metode yaitu ISM untuk identifikasi bentuk mitigasi bencana yang dapat diterapkan, dan MPE untuk menentukan efektivitas keberhasilan mitigasi bencana tersebut. Metode ISM secara rinci sudah dijelaskan terdahulu sehingga pembahasan akan langsung menuju kepada metode MPE. Data peluang keberhasilan mitigasi adalah data yang dirancang sebagai basis data yang berkaitan dengan keberhasilan kinerja dari upaya-upaya mitigasi yang akan dilaksanakan. Data keberhasilan mitigasi terdiri dari data parameter keberhasilan mitigasi, deskripsi keberhasilan mitigasi, dan data historis (kondisi aktual) parameter keberhasilan upaya pengurangan risiko bencana. Penilaian kriteria yang digunakan dalam metode MPE dibagi ke dalam 3 (tiga) level skala yaitu Tinggi (T), Sedang (S), dan Rendah (R) sesuai dengan teknik yang digunakan pada model ini yaitu Metode Perbandingan. Penilaian diberikan dalam hal ini



Gambar 4. Matrik driver power-dependence dalam analisis ISM
Sumber : Marimin, 2004



Gambar 5. Diagram alir studi potensi bencana alam di Indramayu dan Ciamis
 Sumber : diolah dari Marimin, 2004

telah ditetapkan sebelumnya (Ma'arif dan Tanjung, 2003). Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pemilihan keputusan dengan menggunakan MPE adalah :

- Penentuan alternatif keputusan;
- Penyusunan kriteria keputusan yang akan dikaji;
- Penentuan derajat kepentingan relatif setiap kriteria dengan menggunakan skala konversi tertentu sesuai keinginan pengambilan keputusan;
- Penentuan derajat kepentingan relatif setiap pilihan pada setiap kriteria ;
- Penghitungan nilai dari setiap alternatif keputusan, dan
- Pemingkatan nilai yang diperoleh dari setiap alternatif keputusan.

Penghitungan total nilai setiap pilihan keputusan dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Total nilai} = \sum_{j=i}^m (Rk_{ij}) Tkk_j$$

Keterangan :

Rk_{ij} : derajat kepentingan relatif kriteria ke-j pada keputusan ke-i, yang dapat dinyatakan dengan skala ordinal (1,2,3,4,5)

TKK_j : derajat kepentingan kriteria keputusan, yang dinyatakan dengan bobot

n : jumlah pilihan keputusan

m : jumlah kriteria keputusan

Pemberian skala prioritas pada tahap akhir adalah berdasarkan urutan nilai alternatif terbesar hingga alternatif terkecil. Nilai alternatif yang terbesar akan dijadikan sebagai bentuk mitigasi prioritas dalam penanggulangan bencana alam di wilayah pesisir Kabupaten Indramayu dan Ciamis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Potensi Bencana Alam di Wilayah Pesisir Indramayu dan Ciamis

Wilayah pesisir Kabupaten Indramayu dan Ciamis memiliki potensi bencana alam seperti gempa bumi, bencana tsunami, gelombang

pasang, angin puting beliung, banjir, dan abrasi (Bapeda Prov. Jabar, 2007). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bencana alam yang berpotensi terjadi di Indramayu adalah gelombang pasang selanjutnya banjir, abrasi, puting beliung, tsunami dan gempabumi. Di Kabupaten Indramayu gelombang pasang menempati posisi pada sektor IV dan level 5, yang menunjukkan bahwa gelombang pasang mempunyai potensi yang sangat besar terjadi dengan tingkat ketergantungan terhadap potensi

sepuluh jenis bencana yang mungkin terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Indramayu, yang berpotensi paling merusak adalah gelombang pasang sebagai elemen kunci. Sedangkan gempabumi dan tsunami adalah elemen bencana yang paling kecil berpotensi terjadi dan merusak. Hal ini disebabkan karena fenomena seismisitas menyebabkan gempabumi dapat terjadi di Indramayu, tetapi di kedalaman melebihi kriteria bencana yaitu lebih dari 60 km. Dengan demikian karena tidak menimbulkan bencana,

No Elemen	Nama Elemen	Sektor	Level
1	GEMPA BUMI	II	1
2	TSUNAMI	II	1
3	GELOMBANG PASANG	IV	5
4	ANGIN KENCANG/PUTIN...	III	3
5	BANJIR	IV	4
6	ABRASI	IV	4
7	EROSI	II	2
8	INTRUSI AIR LAUT	III	3
9	AKRESI	II	2
10	GERAKAN TANAH JENIS...	III	3

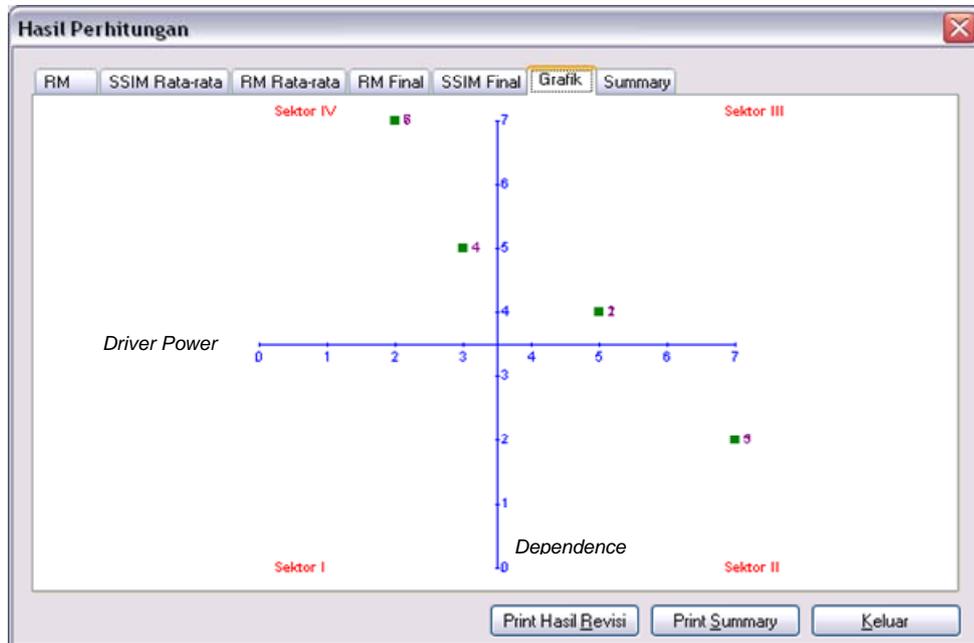
Gambar 6. Hasil Analisis untuk Elemen Potensi Bencana Alam di Kab. Indramayu

lainnya sangat rendah (lihat Gambar 6 dan 7). Kondisi tersebut disebabkan kejadian gelombang pasang tidak dipengaruhi oleh banjir, abrasi, angin puting beliung dan tsunami melainkan posisi pantai di Kabupaten Indramayu sangat landai sehingga sangat rentan terhadap bahaya gelombang pasang. Selain itu gelombang pasang sangat dipengaruhi oleh adanya pergantian musim sehingga memberikan pengaruh terhadap pergerakan masa air seperti arus.

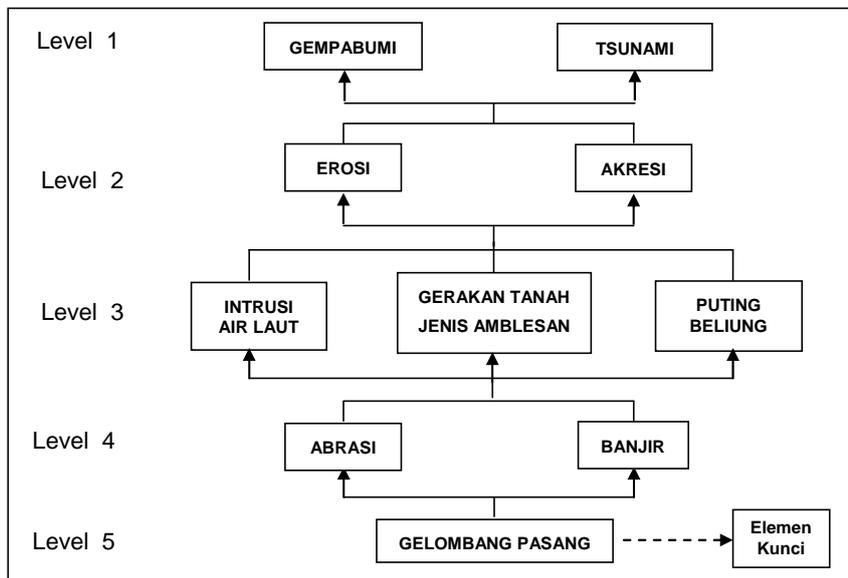
Berdasarkan analisis ISM yang telah dilakukan, akhirnya dapat ditentukan bahwa dari

maka tidak akan menimbulkan dampak kolateralnya juga, yaitu tsunami. Selanjutnya struktur hirarki sub elemen potensi bencana alam di Indramayu dapat dilihat dalam Gambar 8.

Untuk Kabupaten Ciamis, hasil analisis ISM menentukan bahwa gempa dan tsunami merupakan bencana alam yang berpotensi paling besar terjadi, dan kemudian bencana alam gelombang pasang. Terdapat empat sub elemen yang terletak dalam sektor IV, yaitu gempabumi, tsunami, gelombang pasang, dan abrasi. Hal ini berarti bahwa elemen-elemen tersebut memiliki



Gambar 7. Matriks *driver power – dependence* untuk elemen potensi bencana alam di Indramayu



Gambar 8. Struktur hirarkhi sub elemen potensi bencana alam di Indramayu

tingkat ketergantungan paling rendah terhadap kejadian bencana alam lainnya. Tetapi yang terletak pada level 4 hanya dua, yaitu sub elemen gempa bumi dan tsunami (lihat Gambar 9).

Matriks *driver power-dependence* elemen potensi bencana alam di Ciamis menunjukkan bahwa gempa bumi dan tsunami merupakan elemen bencana alam yang paling kuat dan tidak terpengaruh oleh elemen bencana alam lainnya (lihat Gambar 10).

Tsunami yang dapat terjadi karena tiga hal yaitu letusan gunungapi di dasar laut, runtunan

oseanografi sebagai daerah *open sea* terhadap Samudera Hindia relatif rawan terhadap proses abrasi, keruntuhan dan gerakan tanah.

Berdasarkan analisis ISM yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan bahwa dari sepuluh jenis bencana yang mungkin terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Ciamis, yang berpotensi paling merusak adalah gempa bumi dan tsunami sebagai elemen kunci. Selanjutnya diikuti oleh abrasi dan gelombang pasang, serta jenis bencana lainnya sebagaimana dapat dilihat dalam Gambar 11.

The screenshot shows a software window titled "Hasil Perhitungan" with a close button in the top right corner. Below the title bar are several tabs: "RM", "SSIM Rata-rata", "RM Rata-rata", "RM Final", "SSIM Final", "Grafik", and "Summary" (which is currently selected). The main area contains a table with the following data:

No Elemen	Nama Elemen	Sektor	Level
1	GEMPA BUMI	IV	4
2	TSUNAMI	IV	4
3	GELOMBANG PASANG	IV	3
4	ABRASI	IV	3
5	BANJIR	II	1
6	ANGIN KENCANG/PUTIN...	III	2
7	EROSI	II	1
8	INTRUSI AIR LAUT	II	1
9	AKRESI	II	1
10	GERAKAN TANAH JENIS...	III	2

At the bottom of the window are three buttons: "Print Hasil Revisi", "Print Summary", and "Keluar".

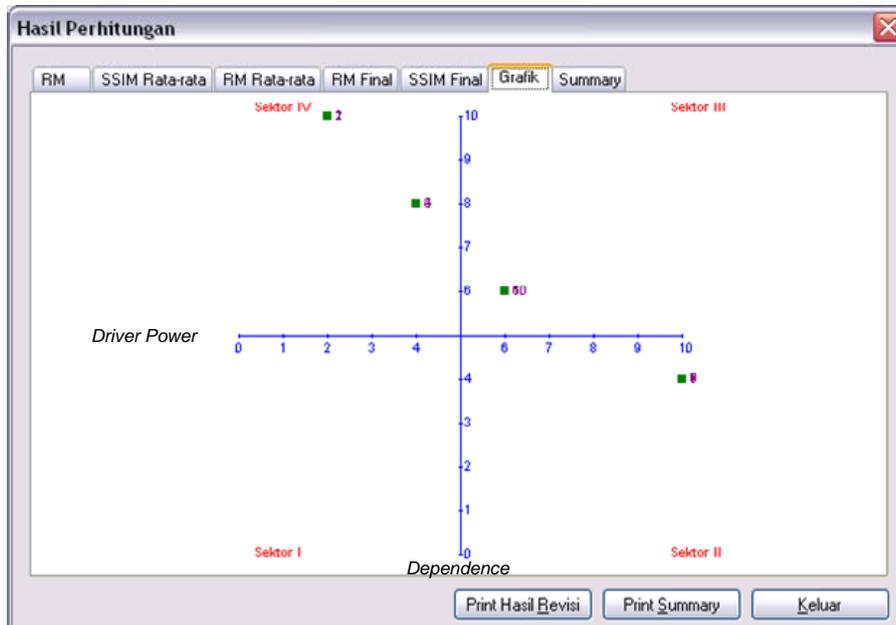
Gambar 9. Hasil Analisis untuk Elemen Potensi Bencana Alam di Kab. Ciamis

dinding terjal di dasar laut, dan pergerakan lempeng tektonik yang menimbulkan subduksi di dasar laut (Latief, 2008).

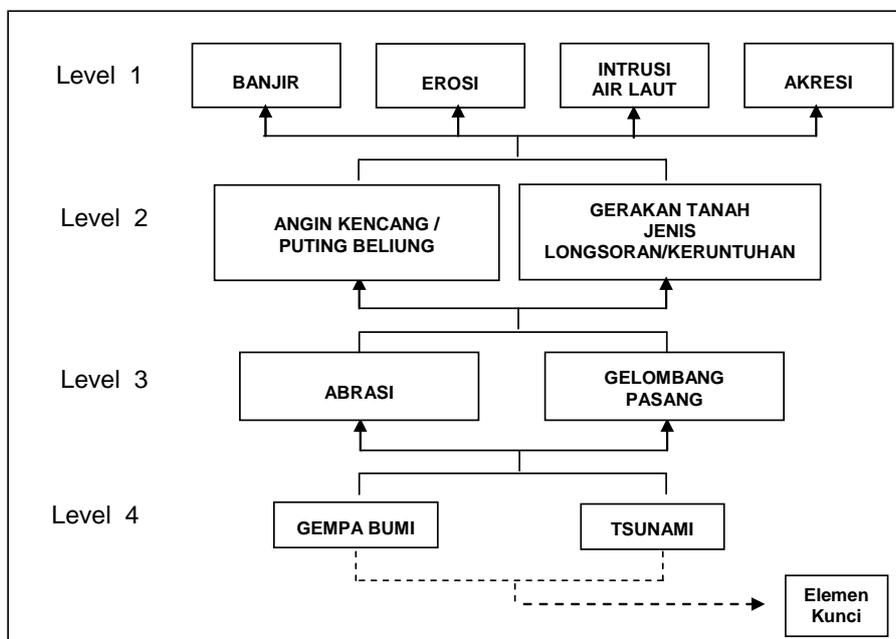
Dalam kasus di pesisir Ciamis, tsunami yang terjadi merupakan dampak kolateral dari pergerakan lempeng tektonik di bagian selatan pulau Jawa dan kondisi topografi. Kondisi tektonik daerah ini mempunyai tingkat seismisitas yang relatif tinggi dibandingkan dengan kawasan utara sehingga beberapa daerah di kawasan selatan sering terjadi gempa bumi dan tsunami, yang dapat berkembang menjadi bencana alam. Di samping itu kondisi

2. Bentuk dan Efektivitas Mitigasi Bencana Alam di Pesisir Indramayu dan Ciamis

Berdasarkan tinjauan pustaka dan hasil diskursus dengan para pakar, telah teridentifikasi tujuh sub elemen mitigasi bencana yang dikaji meliputi pembuatan peraturan perundangan dan norma standar prosedur manual (NSPM), sosialisasi, sistem penyelamatan diri, pendampingan pendirian bangunan standar, sistem peringatan dini, gabungan remangrovisasi, terumbu karang buatan (*artificial reef*) dan revitalisasi pantai



Gambar 10. Matriks *Driver power – dependence* untuk elemen potensi bencana alam di Kab. Ciamis



Gambar 11. Struktur Hirarkhi Sub Elemen Potensi Bencana Alam di Ciamis

(*beach nourishment*), serta gabungan pemecah ombak (*breakwater*), peredam abrasi (*bank revetment*), dan penahan sedimentasi yang bergerak sejajar pantai (*groin*). Empat elemen pertama dikenal sebagai mitigasi non struktur, dan tiga elemen berikutnya dikenal sebagai mitigasi struktur.

Untuk mengetahui bentuk mitigasi yang dapat diterapkan akan dilakukan analisis menggunakan metode ISM. Analisis dengan metode ISM dalam aplikasi program MKP2B2MB menghasilkan informasi tingkat level dan posisi upaya mitigasi bencana dalam sektor seperti terlihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

Hasil analisis ISM menentukan bahwa elemen pendampingan pendirian bangunan standar, gabungan remangrovisasi, *artificial reef* dan *beach nourishment* serta gabungan pemecah ombak, peredam abrasi, dan penahan sedimentasi yang bergerak sejajar sepanjang pantai merupakan elemen mitigasi yang dapat diterapkan di Indramayu terletak dalam sektor IV. Hal ini berarti bahwa elemen-elemen tersebut memiliki tingkat ketergantungan paling rendah terhadap kejadian bencana alam lainnya. Tetapi yang terletak pada level 4 hanya dua, yaitu sub elemen gabungan remangrovisasi, *artificial reef*

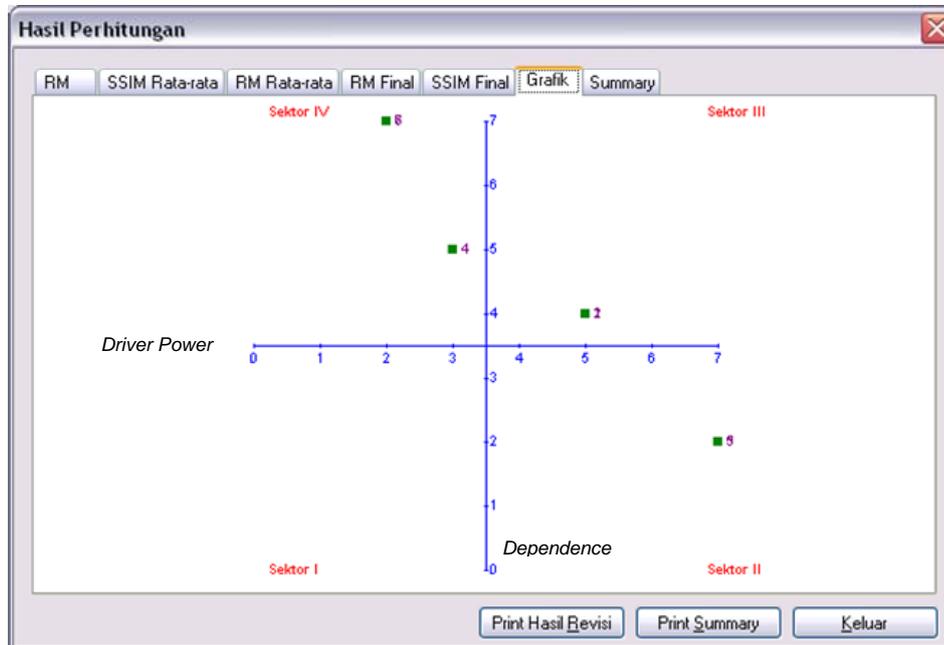
dan *beach nourishment* serta gabungan pemecah ombak, peredam abrasi, dan penahan sedimentasi yang bergerak sejajar sepanjang pantai (lihat Gambar 12).

Dalam matriks terlihat dua elemen mitigasi di pesisir Indramayu berada di sektor IV pada level 4, yang berarti sangat kuat dan tidak memiliki ketergantungan dengan elemen lainnya yaitu gabungan pemecah ombak, peredam abrasi, dan penahan sedimentasi yang bergerak sejajar sepanjang pantai serta gabungan remangrovisasi, *artificial reef* dan *beach nourishment*. Hal ini berarti bahwa kedua bentuk gabungan mitigasi tersebut sebagai elemen kunci mempunyai kemampuan besar dalam menurunkan risiko bencana dengan ketergantungan yang kecil terhadap pelaksanaan bentuk mitigasi lainnya.

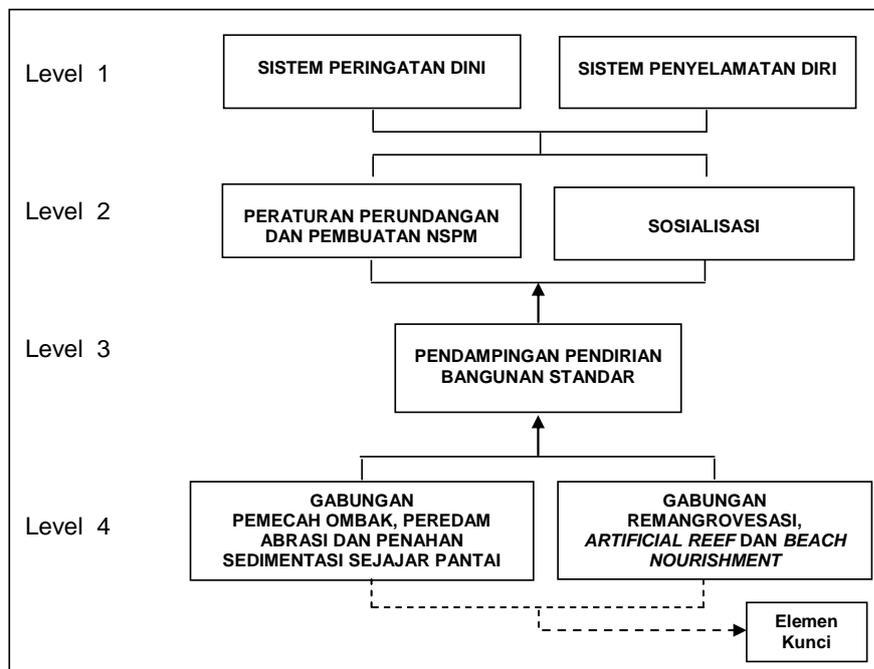
Adapun struktur hirarki sub elemen mitigasi bencana terlihat seperti pada Gambar 14. Elemen yang menjadi elemen kunci adalah elemen gabungan pemecah ombak, peredam abrasi dan penahan sedimentasi sejajar pantai, serta elemen gabungan remangrovisasi, *artificial reef* dan *beach nourishment* pada level 4. Selanjutnya elemen pendampingan pendirian bangunan standar pada level 3. Kemudian elemen peraturan perundangan dan pembuatan NSPM serta sosialisasi mitigasi bencana pada level 2.

No Elemen	Nama Elemen	Sektor	Level
1	Peraturan/Undang-undang & Pembuatan NSPM	III	2
2	Sosialisasi	III	2
3	Sistem Penyelamatan Diri	II	1
4	Pendampingan Pendirian Bangunan Standar	IV	3
5	Sistem Peringatan Dini	II	1
6	Remangrovisasi, Artificial Reef & Beach Nourishment	IV	4
7	Pemecah Ombak, Peredam Abrasi & Penahan Sedimentasi Sejajar Pantai	IV	4

Gambar 12. Hasil analisis untuk elemen keberhasilan mitigasi di Indramayu.



Gambar 13. Matriks *driver power – dependence* untuk elemen mitigasi bencana alam di Indramayu



Gambar 14. Struktur hirarkhi sub elemen mitigasi bencana alam di Kab Indramayu

Terakhir diikuti elemen sistem peringatan dini dan sistem penyelamatan diri pada level 1.

Untuk Kabupaten Ciamis, hasil analisis ISM menentukan bahwa elemen sistem peringatan dini dan elemen gabungan pemecah ombak, peredam abrasi, dan penahan sedimentasi yang bergerak sejajar sepanjang pantai merupakan elemen mitigasi yang dapat diterapkan di Ciamis yang terletak dalam sektor IV dan level 4. Hal ini berarti bahwa elemen-elemen tersebut memiliki tingkat ketergantungan paling rendah terhadap kejadian bencana alam lainnya (lihat Gambar 15).

seperti terlihat pada Gambar 17. Elemen yang menjadi elemen kunci adalah elemen sistem peringatan dini dan elemen gabungan pemecah ombak, peredam abrasi dan penahan sedimentasi sejajar pantai pada level 4. Selanjutnya elemen sistem penyelamatan diri dan elemen gabungan remangrovesasi, *artificial reef* dan *beach nourishment* pada level 3, diikuti elemen pendampingan pendirian bangunan standar pada level 2. Kemudian elemen peraturan perundangan dan pembuatan NSPM serta sosialisasi mitigasi bencana pada level 1.

No Elemen	Nama Elemen	Sektor	Level
1	Peraturan/Undang-undang...	II	1
2	Sosialisasi	II	1
3	Penyelamatan Diri	III	3
4	Sistem Peringatan Dini	IV	4
5	Remangrovisasi, Reef Artif...	III	3
6	Pendampingan Pendirian...	II	2
7	Pemecah Ombak, Pereda...	IV	4

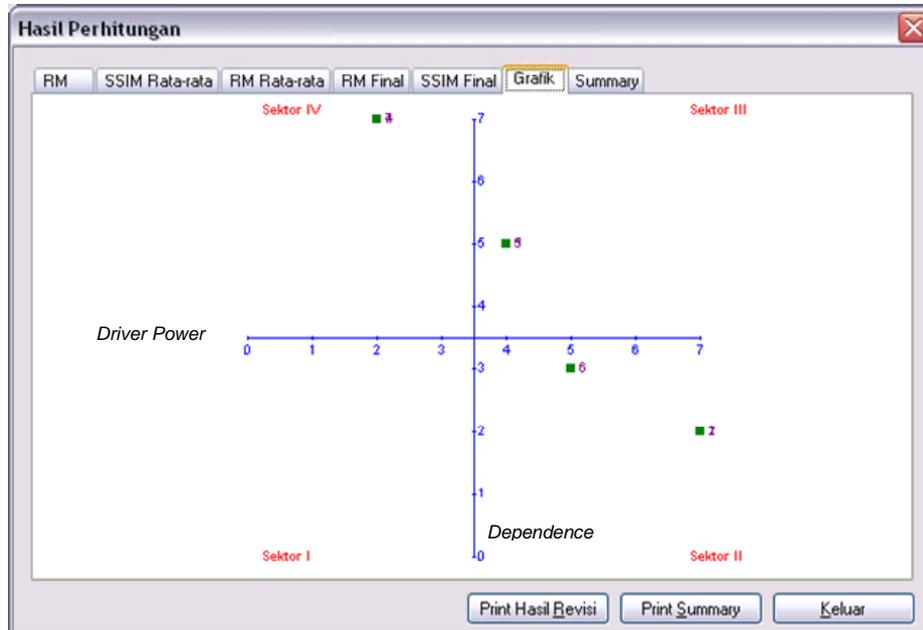
Gambar 15. Hasil analisis untuk elemen keberhasilan mitigasi Ciamis.

Berdasarkan matriks *driver power-dependence* mitigasi tersebut diketahui bahwa bentuk mitigasi yang dapat menurunkan risiko gempa bumi dan tsunami di pesisir Ciamis adalah sistem peringatan dini dan gabungan pemecah ombak, peredam abrasi, serta penahan sedimentasi sejajar pantai yang merupakan elemen kunci (Gambar 16). Kenyataan menunjukkan pada peristiwa bencana alam yang terjadi pada tahun 2006 di Kec. Pangandaran Kab. Ciamis, dimana ketidaksiapan aparat dan masyarakat, serta minimnya ketersediaan prasarana dan sarana mitigasi bencana struktur mengakibatkan jatuhnya korban ratusan jiwa.

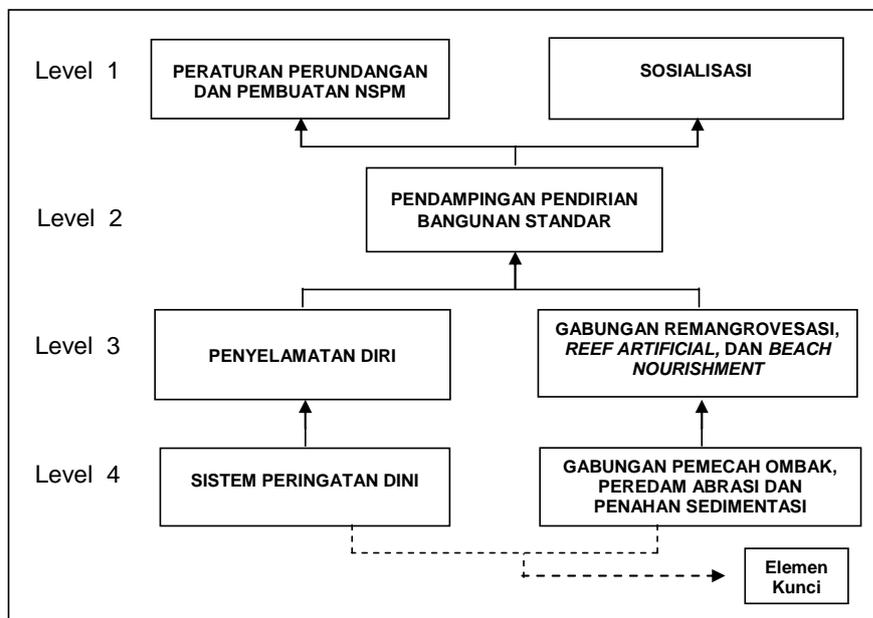
Adapun struktur hierarki sub elemen bentuk mitigasi bencana alam di Kabupaten Ciamis

Setelah kajian yang dilakukan menunjukkan potensi bencana yang berpeluang besar terjadi dan berbagai bentuk mitigasi yang dapat diterapkan di kedua lokasi tersebut. Selanjutnya akan dikaji bentuk mitigasi bencana yang paling efektif pada kedua lokasi tersebut sesuai dengan tujuan penelitian menggunakan metode MPE. Hasil diskursus dengan pakar mitigasi telah dapat menetapkan empat parameter yang digunakan untuk melakukan penilaian, yaitu :

- Aplikasi mitigasi bencana yang sesuai dengan sumberdaya lokal,
- Ketersediaan dana,
- Aksesibilitas menuju lokasi mitigasi bencana,
- Waktu yang dibutuhkan.



Gambar 16. Matriks *driver power – dependence* untuk elemen mitigasi bencana alam di Ciamis



Gambar 17. Struktur hirarkhi sub elemen potensi bencana alam di Kab. Ciamis.

Hal tersebut penting, mengingat dalam penerapan salah satu bentuk mitigasi bencana, masyarakat setempat adalah yang paling pertama dan utama terlibat dalam penanggulangan bencana yang terjadi. Dengan demikian, sangat dibutuhkan kemampuan dan peran serta masyarakat setempat dalam mengelola bencana alam yang terjadi di daerahnya. Disisi lain, ketersediaan dana juga merupakan pertimbangan utama sebab segala tindakan yang dilakukan dalam penanggulangan bencana membutuhkan biaya yang besar. Demikian pula dengan aksesibilitas dan waktu yang dibutuhkan untuk sampai ke lokasi mitigasi bencana. Keterbatasan aksesibilitas akan menghambat jangkauan untuk sampai ke lokasi bencana dan membutuhkan waktu yang lebih lama, sehingga segala bentuk mitigasi bencana yang dilakukan pada lokasi yang terkena bencana menjadi tidak efektif.

Berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat beberapa kriteria yang dipilih oleh pakar dalam menentukan bentuk mitigasi bencana di Kabupaten Indramayu dan Ciamis seperti dengan hasil analisis pembobotan pada Tabel 1. Hasil pembobotan pakar ini, selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode MPE (Marimin, 2005) yang dikemas dalam program aplikasi MKP2B2MB, untuk mendapatkan bentuk mitigasi bencana yang paling sesuai diterapkan di Kab. Indramayu dan Ciamis seperti pada Tabel 2 dan 3.

Hasil analisis dengan MPE tersebut menghasilkan urutan bentuk mitigasi bencana yang paling sesuai karena efektif untuk diterapkan di Indramayu (Lihat Tabel 2) dan di Ciamis (Lihat Tabel 3) yang direpresentasikan dalam urutan *score* dan *rank*.

Diketahui bahwa elemen gabungan pembuatan pemecah ombak, peredam abrasi dan penahan sedimentasi dan elemen gabungan remangrovesasi, *artificial reef* dan *beach nourishment* dalam menanggulangi bencana gelombang pasang di Indramayu memperoleh *score* 97. Tetapi bahasa program MKP2B2MB memberikan *sorting* lebih awal bagi elemen gabungan pemecah ombak, peredam abrasi dan penahan sedimentasi daripada elemen gabungan remangrovesasi, *artificial reef*, dan *beach nourishment*. Sehingga sekalipun metode ISM telah menempatkan elemen-elemen tersebut pada ranking tertinggi, tetapi empat kriteria MPE telah menempatkan elemen gabungan pemecah ombak, peredam abrasi dan penahan sedimentasi sebagai prioritas mitigasi di Indramayu.

Pada Tabel 3 terlihat ada dua elemen yang memiliki *score* sama 93, yaitu elemen sistem peringatan dini dan elemen penyelamatan diri dari gempa bumi dan tsunami yang menjadi bentuk mitigasi bencana alam yang sesuai diterapkan di Ciamis. Tetapi bahasa program menempatkan elemen sistem peringatan dini lebih awal daripada elemen penyelamatan diri dari gempa bumi dan tsunami, sehingga elemen sistem peringatan dini menempati ranking 1. Dengan demikian walaupun metode ISM menempatkan elemen sistem peringatan dini dan elemen sistem penyelamatan diri pada ranking 1, tetapi empat kriteria MPE yaitu kesesuaian dengan SDM lokal, ketersediaan dana, aksesibilitas ke lokasi mitigasi dan waktu yang dibutuhkan telah menempatkan elemen sistem peringatan dini menjadi prioritas mitigasi bencana di pesisir Ciamis. Sistem peringatan dini tsunami membutuhkan siaga dini (kewaspadaan)

Tabel 1. Kriteria dalam menentukan bentuk mitigasi bencana di Kabupaten Indramayu

No	Kriteria dalam Menentukan Bentuk Mitigasi Bencana	Bobot	
		Indramayu	Ciamis
1	Kesesuaian dengan SDM lokal (aparatur dan masyarakat)	3	3
2	Ketersediaan dana untuk kegiatan mitigasi bencana	4	4
3	Aksesibilitas menuju lokasi bencana	2	2
4	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan mitigasi	2	1

Sumber : Diskursus dengan para pakar (2008)

Tabel 2. Indikator bentuk mitigasi bencana alam di Kab. Indramayu

The screenshot shows a 'Print Preview' window with the following content:

Penilaian semua pakar

	K1	K2	K3	K4	Score	Rank
A1	2	1	3	3	27	4
A2	2	1	3	3	27	5
A3	2	1	3	3	27	6
A4	1	1	2	3	15	7
A5	2	3	2	2	97	1
A6	2	3	2	2	97	2
A7	3	2	1	3	53	3
Bobot	3	4	2	2		

Keterangan Simbol

Simbol	Keterangan
K1	Kesesuaian dengan SDM Lokal
K2	Ketersediaan Dana
K3	Aksesibilitas
K4	Waktu yang Dibutuhkan
A1	Pembuatan Peraturan/Undang-undang & NSPM Gelombang Pasang
A2	Sosialisasi Mitigasi Gelombang Pasang
A3	Sistem Peringatan Dini Gelombang Pasang
A4	Sistem Penyelamatan Diri Gelombang Pasang
A5	Pembuatan Pemecah Ombak, Peredam Abrasi & Penahan Sedimentasi Sejajar Pantai
A6	Remangrovisasi, Artificial Reef & Beach Nourishment
A7	Pendampingan Pendirian Bangunan Standar

Buttons: Print, Keluar

dan evakuasi sebelum tsunami datang.

Kecepatan informasi peringatan dini sangat diperlukan mengingat selang waktu antara terjadinya gempa bumi dan timbulnya tsunami sangat singkat.

Dengan dukungan sistem peringatan dini yang baik, maka masyarakat yang berada pada lokasi bencana secara dini dapat menyelamatkan diri ke tempat-tempat yang lebih aman. Walaupun bentuk mitigasi ini lebih murah dan mudah dilakukan dibandingkan dengan mitigasi lainnya terutama mitigasi struktur yang membutuhkan biaya yang lebih besar untuk membuat tempat-tempat atau bangunan-bangunan pencegah bencana, namun memiliki

kelemahan ketika bencana alam tersebut terjadi secara tiba-tiba atau kejadiannya pada malam hari sehingga masyarakat tidak memiliki kesempatan yang banyak untuk menyelamatkan dirinya. Untuk itu, sistem penyelamatan diri memerlukan :

- *Standard operation procedure* (SOP) penyelamatan
- Sosialisasi tiap jenis bencana dan dampaknya
- Koordinasi antar instansi yang terkait
- Koordinasi masyarakat dan aparat pelaksana di lapangan
- Biaya kelebihan
- Biaya peralatan dan sistem komunikasi

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa data sumber potensi bencana merupakan basis data yang dirancang berkaitan dengan penentuan *driver power* dari penyebab potensi

banjir. Selanjutnya di Kabupaten Ciamis bencana alam gempa bumi dan tsunami menempati peringkat tertinggi, yang kemudian diikuti oleh abrasi dan bencana alam gelombang pasang.

Untuk mengurangi risiko bencana yang kemungkinan terjadi akibat bencana alam tersebut, maka pakar memilih bentuk mitigasi struktur gabungan pemecah ombak (*breakwater*),

Tabel 3. Indikator bentuk mitigasi bencana alam di Kab. Ciamis

Penilaian semua pakar						
	K1	K2	K3	K4	Score	Rank
A1	2	2	1	3	28	5
A2	1	1	1	3	6	7
A3	2	1	1	3	13	6
A4	2	3	1	3	93	1
A5	1	3	2	1	87	3
A6	2	3	1	3	93	2
A7	2	2	2	2	30	4
Bobot	3	4	2	1		

Keterangan Simbol	
Simbol	Keterangan
K1	Kesesuaian dengan SDM Lokal
K2	Ketersediaan Dana
K3	Aksesibilitas
K4	Waktu yang Dibutuhkan
A1	Pendampingan Pendirian Bangunan Standar Untuk Gempa Bumi dan Tsunami
A2	Sosialisasi Mitigasi Gempa Bumi dan Tsunami
A3	Pembuatan Peraturan/Undang-undang & NSPM Gempa Bumi dan Tsunami
A4	Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi dan Tsunami
A5	Pemecah Ombak, Peredam Abrasi & Penahan Sedimentasi
A6	Penyelamatan Diri dari Gempa Bumi dan Tsunami
A7	Remangrovisasi, Reef Artificial, & Beach Nourishment

bencana yang diolah pada model sumber potensi bencana. Data sumber potensi bencana terdiri dari data pakar, sumber potensi bencana, dan pendapat pakar mengenai hubungan kontekstual antar sumber potensi bencana sesuai dengan teknik yang digunakan pada model ini yaitu ISM (*interpretive structural modeling*). Analisis data dan pendapat pakar menghasilkan temuan sebagai berikut, di Kabupaten Indramayu bencana alam gelombang pasang menempati peringkat tertinggi, yang diikuti oleh abrasi dan

peredam abrasi (*bank revetment*), dan penahan sedimentasi sejajar pantai (*groin*) serta gabungan remangrovisasi, *reef artificial*, dan *beach nourishment* untuk diterapkan di Kab. Indramayu. Pertimbangannya adalah efektivitasnya meredam abrasi yang sudah parah melanda pesisir dan membahayakan permukiman nelayan serta instalasi kilang minyak Balongan, Di Kab. Ciamis, pakar lebih memilih kombinasi mitigasi struktur sistem peringatan dini dan sistem penyelamatan diri. Tujuannya agar masyarakat

lebih siaga menghadapi bencana alam tersebut terjadi dan memahami seluruh prosedur penyelamatan diri jika terjadi bencana tsunami.

2. Saran

Agar sistem penyangga kehidupan dan produktifitas wilayah pesisir dapat optimal, maka rencana tata ruang wilayah pesisir dan potensi *stakeholder* dapat disinergikan dalam model kolaborasi dan koordinasi yang erat.

Semangat otonomi daerah dengan kewenangan yang dimiliki pemerintah kabupaten untuk mengelola pembangunan dan keuangan termasuk upaya mitigasi bencana pesisir, hendaknya dimanfaatkan untuk membangun prasarana dan sarana pesisir yang multi guna serta menumbuhkembangkan kembali orientasi sumber daya manusia pesisir.

Latief, H. 2005. *Rancangan Pedoman Penanggulangan Dampak Kerusakan Wilayah Pesisir Akibat Bencana Gelombang Pasang Berbasis Ekosistem*. Pusat Kajian Tsunami ITB. Bandung

Ma'arif, S. dan Tanjung, H. 2003. *Teknik-Teknik Kuantitatif Untuk Manajemen*. Grasindo. Jakarta

Marimin. 2005. *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Graziado. Jakarta

Masyarakat Penanggulangan Bencana Indonesia (MBPI). 2006. *Kerangka Aksi Hyogo – Pengurangan Resiko Bencana 2005-2015. Membangun Ketahanan Bangsa dan Komunitas Terhadap Bencana*.

DAFTAR PUSTAKA

[Bappeda Provinsi Jawa Barat] Badan Perencanaan Daerah Provinsi Jawa Barat. 2007. *Penyusunan Atlas Wilayah Pesisir dan Laut Utara*. Bappeda Provinsi Jawa Barat. Bandung.

[BAPPENAS dan BAKORNAS PB] Badan Perencanaan Nasional dan Badan Koordinasi Nasional Penanggulang Bencana. 2006. *Rencana Aksi Nasional Pengurangan Resiko Bencana 2006-2009*.

Coburn, A.W., R.J. S. Spence, and A. Pomonis. 1994. *Mitigasi Bencana* (Edisi Kedua). Program Pelatihan Manajemen Bencana. UNDP. Cambrid Architectural Research Limited. United Kingdom.

Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting, M.J.Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Laut Secara Terpadu*. Pradnya Paramita. Jakarta.

Eryatno dan Sofyar. 2007. *Riset Kebijakan; Metode Penelitian Untuk Pasca Sarjana*. IPB Press. Bogor.