

INDEKS KERENTANAN SOSIAL EKONOMI**UNTUK BENCANA ALAM DI WILAYAH INDONESIA⁵****Anik Djuraidah****Departemen Statistika FMIPA- IPB**e-mail : anikdjuraidah@gmail.com**ABSTRAK**

Analisis kerentanan berkembang dan digunakan dalam berbagai sektor. Pada bencana alam, analisis kerentanan merupakan komponen dari analisis risiko bencana, dengan salah satu tujuannya untuk perencanaan sebagai dasar penetapan prioritas kegiatan. Penetapan indikator kerentanan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerentanan, di tingkat individu, masyarakat, wilayah dan institusi. Pada penelitian ini indikator yang digunakan adalah sosial dan ekonomi yang terdiri dari 14 peubah. Penelitian ini bertujuan menentukan bobot bagi indikator kerentanan sosial-ekonomi agar dihasilkan indeks dengan proporsi salah kelasyang rendah. Hasil peneltian menunjukkan bobot rataan menghasilkan proporsi salah kelas yang rendah dan simpangan mutlaknya terhadap bobot dugaan terendah.

Kata kunci : Indeks kerentanan, rataan, rataan tertimbang, analisis diskriminan, regresi

PENDAHULUAN

Bencana yang terjadi selama beberapa tahun terakhir ini telah membuat Indonesia menjadi negara yang cukup progresif di dalam penanggulangan bencana ke depan. Hal ini ditandai dengan terbitnya Rencana Aksi Nasional Pengurangan Risiko Bencana pada bulan Januari 2007 dan Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana pada bulan April 2007. Terbitnya UU No. 24/2007 tersebut menandai babak baru dalam perubahan cara pandang dan pengelolaan penanggulangan bencana, yakni dari yang bersifat responsif menjadi pengurangan

⁵ Makalah diampaikan Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, UNY, 5 Desember 2009

risiko bencana yang lebih menekankan pada upaya mitigasi dan membangun kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana. Inti dari pengurangan risiko bencana adalah membangun ketangguhan bangsa dan masyarakat terhadap bencana.

Pada prinsipnya analisis kerentanan digunakan sebagai : (1) alat diagnostik untuk memahami masalah-masalah dan faktor-faktor penyebab kerentanan, (2) alat perencanaan sebagai dasar penetapan prioritas kegiatan serta urutan kegiatan yang direncanakan, (3) alat pengukuran risiko untuk menilai risiko secara spesifik, dan (4) alat untuk pemberdayaan dan mobilisasi kelompok masyarakat yang rentan (Benson *et al*, 2007). Analisis kerentanan merupakan bagian dari analisis risiko yang memungkinkan para pemangku kepentingan penanggulangan bencana mengelola risiko bencana.

Komponen dan indikator kerentanan diturunkan dari konsep, pengertian, dan faktor yang menentukan kerentanan. Menurut Birkmann (2006), analisis kerentanan berkembang dan digunakan dalam berbagai sektor. Pada saat ini terdapat 20 sampai 25 definisi kerentanan yang akan berdampak terhadap bervariasiya indikator dan instrumen kerentanan. Demikian pula komponennya diperluas dengan memasukkan kerentanan fisik dan lingkungan. Para ahli sosial menyepakati beberapa faktor utama yang berpengaruh terhadap kerentanan sosial, diantaranya adalah kurangnya akses terhadap sumberdaya (informasi, pengetahuan, dan teknologi), terbatasnya akses terhadap kekuatan dan keterwakilan politik, modal sosial, koneksi dan jejaring sosial, adat kebiasaan dan nilai budaya (Cutter *et al*, 2003).

Indikator kuantitatif kerentanan sosial ekonomi pada tingkat individu yang sering digunakan, yaitu usia (dibawah 5 tahun dan diatas 65 tahun), pendapatan, gender, status kerja, jenis tempat tinggal, rumah tempat tinggal sendiri atau berkelompok dengan keluarga besar, beban kerusakan bangunan rumah terkait apakah rumah milik pribadi, sewa, atau kredit; asuransi kesehatan; asuransi rumah; kepemilikan kendaraan, kecacatan, dan status tabungan/hutang. Indikator untuk mengukur kerentanan wilayah diantaranya menggunakan indikator potensi wilayah mengalami kerusakan dan kapasitas coping yang diukur dengan GDP nasional/kapita. Indikator untuk mengukur kerusakan potensial terdiri dari GDP regional, densitas

populasi, dan bagian wilayah alam (Dwyer *et al*, 2004). Penelitian ini bertujuan menentukan bobot yang terbaik bagi indikator kerentanan sosial-ekonomi untuk bencana alam di Indonesia.

ANALISIS DISKRIMINAN

Analisis diskriminan pertama kali diperkenalkan oleh RA Fisher pada tahun 1938. Analisis diskriminan digunakan untuk menentukan fungsi yang membedakan antar kelompok, dan mengelaskan obyek baru ke dalam kelompoknya (Johnson & Wichern, 1998).

Misalkan kelompok π_i mempunyai fungsi kepekatan peluang $f_i(\mathbf{x})$ untuk $i = 1, \dots, g$ dan p_i adalah peluang awal (prior) untuk kelompok. Sebuah pengamatan \mathbf{x} dimasukkan dalam kelompok π_k jika

$$p_k f_k(\mathbf{x}) > p_i f_i(\mathbf{x}) \text{ untuk } \forall i \neq k \quad (1)$$

Persamaan (1) ekivalen dengan

$$\ln p_k f_k(\mathbf{x}) > \ln p_i f_i(\mathbf{x}) \text{ untuk } \forall i \neq k \quad (2)$$

Aturan klasifikasi pada persamaan (1) identik dengan maksimasi peluang posterior

$$P(\pi_k | \mathbf{x}) = \frac{p_k f_k(\mathbf{x})}{\sum_{i=1}^g p_i f_i(\mathbf{x})}$$

Jika $f_i(\mathbf{x})$ mempunyai sebaran normal ganda yaitu

$$f_i(\mathbf{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2}(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_i)^\top \Sigma_i^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_i)\right] \text{ untuk } i = 1, \dots, g,$$

maka persamaan (2) menjadi

$$\ln p_k f_k(\mathbf{x}) = \ln p_k - \left(\frac{p}{2}\right) \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_k)^\top \Sigma_k^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_k) = \max_{i \neq k} \ln p_i f_i(\mathbf{x}) \quad (3)$$

Konstanta $\left(\frac{p}{2}\right) \ln(2\pi)$ pada persamaan (3) dapat diabaikan karena nilainya sama

untuk semua kelompok π_i , sehingga persamaan (3) menjadi

$$d_i^Q(\mathbf{x}) = \ln p_k - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_k)^\top \Sigma_k^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_k) \quad (4)$$

Persamaan (4) dikenal dengan fungsi diskriminan kuadratik. Bila nilai peluang awal p_i dan matriks ragam peragamnya sama Σ_i untuk semua kelompok π_i maka persamaan (4) dapat disederhanakan menjadi

$$d_i^L(\mathbf{x}) = -\frac{1}{2}(\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_i)' \Sigma_i^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_i) \quad (5)$$

Persamaan (5) dikenal dengan fungsi diskriminan linear Penduga bagi $d_i^L(\mathbf{x})$ adalah

$$\hat{d}_i^L(\mathbf{x}) = -\frac{1}{2}(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}_i)' \Sigma_i^{-1} (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}_i). \quad (6)$$

Pengamatan \mathbf{x} dimasukkan dalam kelompok π_k jika

$$\hat{d}_k^L(\mathbf{x}) = \text{maksimum} \left\{ \hat{d}_1^L(\mathbf{x}), \hat{d}_2^L(\mathbf{x}), \dots, \hat{d}_g^L(\mathbf{x}) \right\} \quad (7)$$

BAHAN DAN METODE

Indikator (menunjukkan bidang atau sektor pembangunan) dan peubah yang digunakan untuk mengukur tingkat kerentanan sosial-ekonomi untuk bencana alam tertera pada Tabel 1. Pemilihan indikator didasarkan dari referensi Dwyer *et al* (2005) dan Twigg (2007). Secara umum metode yang digunakan untuk penentuan indeks kerentanan sosial-ekonomi dibagi dalam 2 bagian, yaitu penyiapan data dan pengelasan skor indeks kerentanan sosial-ekonomi.

Tahap penyiapan meliputi pengumpulan data dari berbagai sumber sesuai indikator yang ditentukan pada Tabel 1, melakukan validasi data, menentuan nilai data hilang, menyamakan arah peubah sesuai kontribusinya terhadap indeks kerentanan sosial-ekonomi, dan membakukan data agar mempunyai skala pengukuran yang sama.

Tahap analisis data meliputi dua tahap yaitu :

1. Indeks kerentanan sosial-ekonomi

- menghitung skor kerentanan sosio-ekonomi dengan rataan dan rataan tertimbang. Pada rataan, setiap peubah memiliki sumbangan yang sama atau memiliki nilai kepentingan yang sama sehingga bobot setiap peubah sama. Pada rataan tertimbang, setiap kelompok indikator memiliki bobot yang sama dan bobot peubah yang berada pada setiap kelompok indikator mempunyai bobot yang sama.

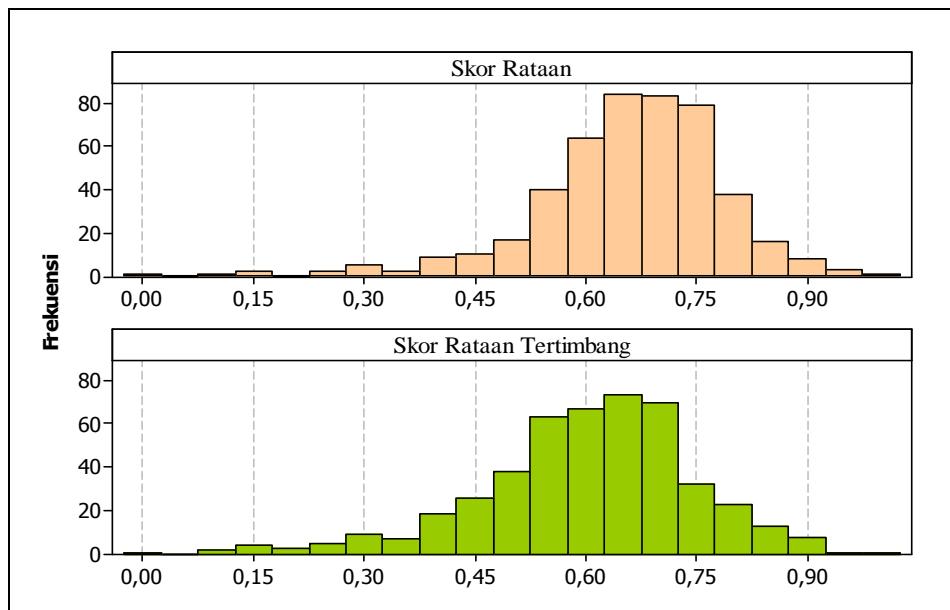
- b. membakukan skor kerentanan sosial-ekonomi dalam nilai antara 0 dan 1
 - c. melakukan pengkelasan skor kerentanan sosial-ekonomi pada (1b) ke dalam 5 kelas (kelas 1 menunjukkan tidak rentan, kelas 2 menunjukkan cukup rentan, dan kelas 5 menunjukkan sangat rentan)
2. Pendugaan kelas kerentanan sosial-ekonomi kabupaten
- a. analisis diskriminan untuk mengetahui proporsi pengkelasan yang benar
 - b. bila proporsi pengkelasan dibawah 0.90 maka dilakukan pengkelasan kembali, proses kembali ke tahap (1c)

Tabel 1. Indikator Kerentanan Sosial-Ekonomi terhadap Bencana Alam

No	Indikator Kerentanan	Peubah
1	Populasi	Rasio penduduk rentan
		Kepadatan penduduk
		Penyandang Cacat
2	Ketenagakerjaan	TPAK (Tingkat partisipasi angkatan kerja)
		Ratio ketergantungan
3	Pendidikan dan Komunikasi	Rataan lama tahun sekolah
		Akses komunikasi
4	Kesehatan	Harapan hidup
		Ratio dokter per penduduk
		Jumlah fasilitas kesehatan
5	Kemiskinan	Persentase penduduk hidup di bawah garis kemiskinan
		PAD (Pendapatan Asli Daerah)
6	Ekonomi	Laju Pertumbuhan Ekonomi
		PDRB tanpa migas per kapita

HASIL DAN PEMBAHASAN

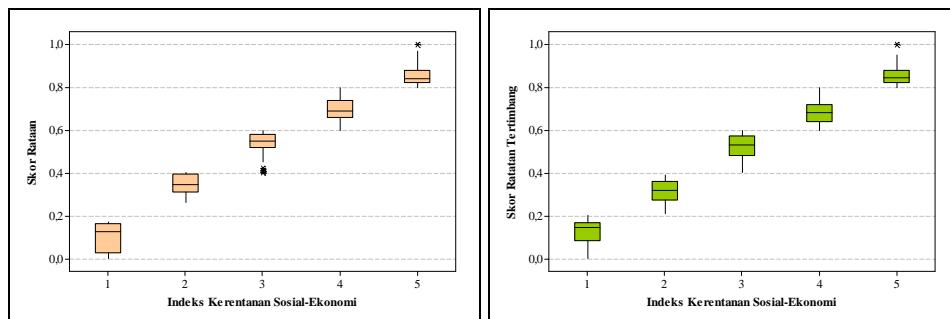
Pola sebaran dari skor kerentanan sosial-ekonomi disajikan pada histogram di Gambar 1. Pola sebaran skor dari rataan dan rataan tertimbang tampak mirip. Skor kerentanan dengan rataan mempunyai nilai median dan rataan yang lebih tinggi dibandingkan dengan skor dari rataan tertimbang.



Gambar 1. Histogram Skor Kerentanan Sosial Ekonomi

Diagram kotak-garis skor kerentanan pada setiap indeks kerentanan disajikan pada Gambar 2. Pada Gambar 2 tampak batas skor untuk setiap indeks terpisah dengan baik. Dalam penentuan batas skor setiap indeks tidak bolah tumpang-tindih untuk menghindari salah pengelasan.

Analisis diskriminan digunakan untuk mengetahui kebaikan pengelasan skor kerentanan sosial-ekonomi dalam 5 indeks. Jumlah anggota dan proporsi pengelasan yang benar pada setiap indeks kerentanan sosial-ekonomi untuk rataan dan rataan tertimbang disajikan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 2. Diagram Kotak-Garis Skor Kerentanan dengan Kelas Kerentanan

Tabel 2. Jumlah Anggota Kelas dan Persentase Pengkelasan yang benar dari Indeks Kerentanan Sosial-Ekonomi dengan Rataan

Indeks	Status berdasarkan fungsi diskriminan					Total	Proporsi benar
	2	3	4	5			
1	6	1	0	0	0	7	0.857
2	1	60	2	0	0	63	0.952
3	0	7	180	11	0	198	0.909
4	0	0	4	144	3	151	0.954
5	0	0	0	1	45	46	0.978
Total	7	68	186	156	48	465	0.935

Tabel 3. Jumlah Anggota Kelas dan Persentase Pengkelasan yang benar dari Indeks Kerentanan Sosial-Ekonomi dengan Rataan Tertimbang

Indeks	Status berdasarkan fungsi diskriminan					Total	Proporsi benar
	2	3	4	5			
1	6	2	0	0	0	8	0.750
2	1	25	1	1	0	28	0.893
3	0	10	159	6	0	175	0.909
4	0	0	9	203	10	222	0.914
5	0	0	0	0	32	32	0.978
Total	7	37	169	210	42	465	0.914

Pada Tabel 2 dan Tabel 3 tampak proporsi salah kelas pada rataan lebih kecil dari pada rataan terboboti. Sehingga indeks yang terbaik menggunakan skor rataan. Untuk mengevaluasi bobot peubah pada kedua macam indeks ini digunakan analisis regresi yang hasilnya disajikan pada Tabel 4. Dari analisis regresi tampak bahwa rataan simpangan mutlak antara bobot regresi dengan bobot indeks pada rataan lebih kecil dari pada dengan rataan tertimbang. Koefisien determinasi regresi rataan juga lebih tinggi dari pada rataan tertimbang. Dari hasil evaluasi dengan analisis diskriminan dan analisis regresi dapat disimpulkan bobot peubah indikator kerentanan sosial-ekonomi yang terbaik adalah rataan.

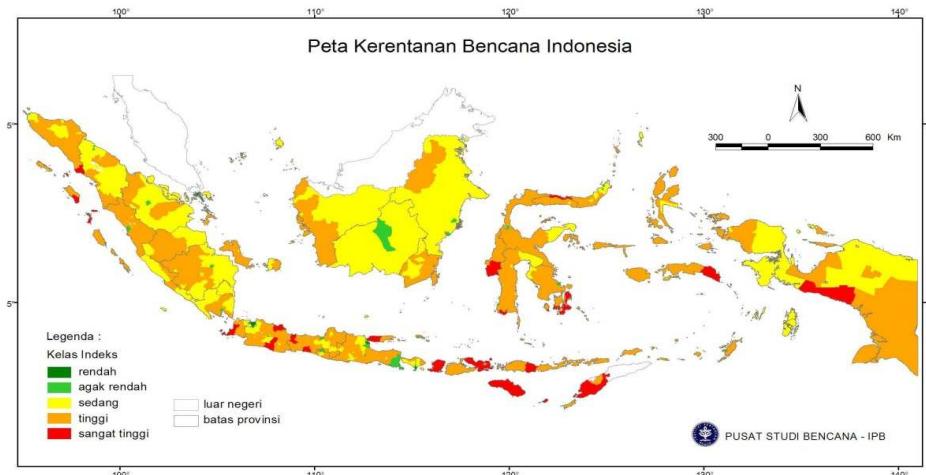
Tabel 4. Evaluasi Bobot Peubah Indikator Kerentanan Sosial-Ekonomi

Peubah	Rataan		Rataan Tertimbang	
	Bobot Regresi	Bobot Indeks	Bobot Regresi	Bobot Indeks
Rasio penduduk rentan	0.066	0.071	0.080	0.056
Penyandang Cacat	0.048	0.071	0.058	0.056
Kepadatan penduduk	0.052	0.071	0.071	0.056
Rataan lama tahun sekolah	0.062	0.071	0.114	0.083
Akses komunikasi	0.069	0.071	0.111	0.083
Harapan hidup	0.055	0.071	0.062	0.056
Ratio dokter per penduduk	0.059	0.071	0.067	0.056
Jumlah fasilitas kesehatan	0.102	0.071	0.118	0.056
Ratio ketergantungan	0.058	0.071	0.099	0.083
TPAK (Tingkat partisipasi angkatan kerja)	0.059	0.071	0.102	0.083
Persentase penduduk hidup di bawah garis kemiskinan	0.053	0.071	0.045	0.167
PAD (Pendapatan Asli Daerah)	0.047	0.071	0.039	0.056
PDRB tanpa migas per kapita	0.161	0.071	0.031	0.056
Laju Pertumbuhan Ekonomi	0.109	0.071	0.094	0.056
Rataan simpangan kuadrat bobot regresi dengan bobot Indikator	0.0225		0.0249	
R ²	98.60%		97.30%	

Peta kerentanan sosial ekonomi wilayah Indonesia dengan rataan dan rataan tertimbang masing-masing disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Kabupaten/kota di pulau Jawa, NTT, dan NTB banyak yang mempunyai kerentanan sosial-ekonomi yang tinggi dan sangat tinggi. Namun mengingat jumlah kabupaten per propinsi di Pulau Jawa paling tinggi, maka secara umum kerentanan Pulau Jawa terhadap bencana lebih besar dibandingkan dengan pulau-pulau lainnya di Indonesia.



Gambar 3. Peta Kerentanan Sosial-Ekonomi dengan Rataan



Gambar 4. Peta Kerentanan Sosial-Ekonomi dengan Rataan Tertimbang
SIMPULAN

Hasil elaborasi terhadap analisis kerentanan sosial-ekonomi menunjukkan luas dan besarnya kabupaten yang memiliki tingkat kerentanan dengan kategori 3 sampai 5. Bobot indikator yang terbaik untuk indeks kerentanan sosial-ekonomi adalah rataan. Hal ini berarti semua sektor pembangunan mempunyai kontribusi sama dalam mengurangi kerentanan sosial-ekonomi terhadap bencana alam di Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

Benson C, Twigg J, Rossetto T. 2007. *Tools for Mainstreaming DRR: Guidance Notes for Development Organizations*. Provention Consortium. Geneva-Switzerland

- Birkmann J. 2006. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards. Towards Disaster Resilient Societies*. United Nations University: New York
- Cutter SL et al. 2003. Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly, Southwestern Social Science Association* 84(2) :242-259
- Dwyer A et al. 2004. *Quantifying Social Vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards*. Commonwealth of Australia
- Johnson RA & Wichern DW. 1998. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 4rd Ed. New Jersey : Prentice Hall.
- Twigg J. 2007. *Characteristics of a Disaster-Resilient Community*. A Guidance note for the DFID Disaster Risk Reduction.