

Economic Bulletin – Issue 45

Pemetaan Risiko Bencana Alam: Mendesak Peningkatan Early Warning System dan Asuransi untuk Mitigasi

- Letak geografis dan perubahan iklim yang terus terjadi membuat Indonesia menjadi negara yang sangat rentan terhadap berbagai jenis bencana alam, yaitu meliputi tanah longsor, banjir, banjir bandang, gempa bumi, tsunami, gelombang pasang laut, angin puyuh/angin puting beliung/topan, gunung meletus, kebakaran hutan dan lahan, serta kekeringan.
- Bencana alam dapat menjadi ancaman serius bagi perekonomian negara, kerugian ekonomi akibat bencana alam bisa mencapai 0,66% hingga 3,45% dari PDB sampai dengan tahun 2030 jika tidak diantisipasi dengan serius.
- Berdasarkan perhitungan Indeks Bencana Alam di Indonesia, Provinsi dengan indeks bencana alam tinggi adalah Aceh, Jawa Barat, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Gorontalo, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Maluku Utara.
- Sebaran Early Warning System (EWS) belum merata dan masih terpusat di wilayah yang memiliki populasi dan aktivitas ekonomi yang tinggi yaitu Jawa dan Bali. Padahal, secara empiris, EWS terbukti memiliki hubungan positif dan signifikan dengan Produk Domestik Regional Bruto (GRDP) di Indonesia.
- Kepemilikan asuransi bencana pada kelompok yang rentan seperti UMKM juga masih sangat rendah, sehingga peningkatan mitigasi risiko bencana melalui Asuransi menjadi hal yang penting untuk terus dikembangkan.

Reza Yamora Siregar
reza.jamora@ifg.id
Head of IFG-Progress

Ibrahim Kholidul Rohman
Ibrahim.kholil@ifg.id
Senior Research Associate / Universitas Indonesia

Rosi Melati
Rosi.melati@ifg.id
Research Associate

Peksyaji
peksyaji@ui.ac.id
Research Assistant Intern

Indonesia merupakan negara yang cukup rentan terhadap bencana alam, karena terletak pada wilayah Lingkaran Api Pasifik atau Cincin Api Pasifik yang merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik dunia yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Selain itu, terdapat sabuk vulkanik (*volcanic arc*) pada bagian selatan dan timur Indonesia.¹ Letak geografis ini kemudian memicu berbagai jenis bencana alam, di antaranya gempa bumi, gunung meletus, tsunami, tanah longsor, banjir, kekeringan dan lain sebagainya.

Kejadian bencana alam sering kali mengakibatkan berbagai dampak negatif mulai dari korban luka-luka hingga korban jiwa, kerusakan infrastruktur, kerugian ekonomi hingga dapat menurunkan tingkat kesejahteraan masyarakat. Korban jiwa atau *human loss* akibat bencana alam, dapat memberikan konsekuensi jangka panjang terhadap struktur demografi dan sumber daya manusia di suatu wilayah. Dampak yang lebih kompleks bahkan mungkin terjadi apabila kematian menimpa kepala keluarga atau tulang punggung rumah tangga.

Selanjutnya, dalam aspek kerugian ekonomi mencakup kerugian keuangan dampak dari bencana alam, sebagai contoh kerugian ekonomi dapat diakibatkan karena kerusakan infrastruktur, terganggunya aktivitas bisnis, kerusakan lahan atau produksi pertanian, industri, dan sebagainya. Kerugian keuangan dalam skala besar dapat mengganggu ekonomi suatu daerah hingga negara yang terdampak. Salah satu contoh kerugian besar akibat bencana alam di Indonesia adalah pada saat gempa dan tsunami Aceh di tahun 2004, dimana kerugiannya mencapai Rp 51,4 triliun (USD3,5 miliar), sementara APBN yang dialokasikan untuk penanggulangan risiko bencana hanya sekitar Rp 3 triliun hingga Rp. 10 triliun setiap tahunnya². Lebih lanjut, proyeksi yang dibuat oleh Bank Dunia memperkirakan bahwa kerugian ekonomi akibat bencana alam bisa mencapai 0,66% hingga 3,45% dari PDB sampai dengan tahun 2030 jika tidak diantisipasi dengan serius. Selain itu, dalam konteks skala bencana alam yang besar juga dapat berpotensi untuk mengubah kondisi makroekonomi dan fiskal suatu negara.³

Bencana alam juga dianggap menjadi salah satu penyebab meningkatnya harga pangan utama, yaitu beras. Kekeringan akibat El Nino menyebabkan panen padi di beberapa tempat di Indonesia mengalami penundaan. Sepanjang Juli 2023 hingga Februari 2024 harga beras telah naik dari 15.36

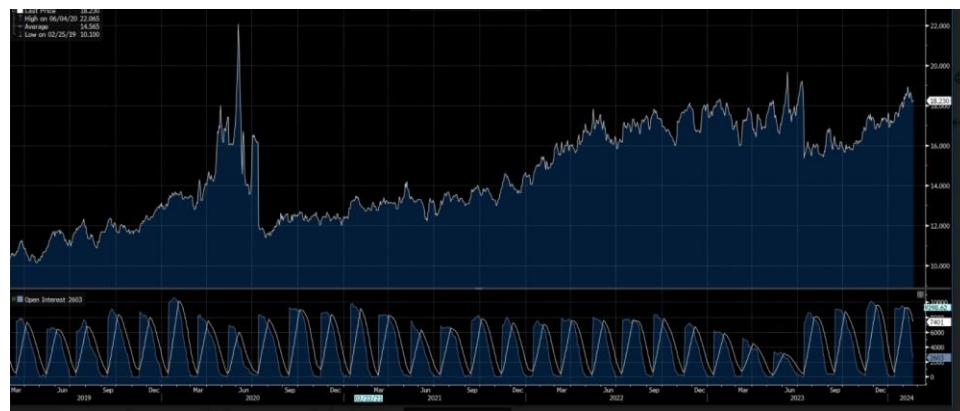
¹ <https://bnpb.go.id/>

² <https://fiskal.kemenkeu.go.id/strategi-drfi/parb>

³ Wiyanti, et al. 2021. "Are Disasters a Risk to Regional Fiscal Balance? Evidence from Indonesia"

ton/cwt menjadi 18.89 ton/cwt atau naik kurang lebih 23%. Berdasarkan data dari World Population Review, konsumsi beras di Indonesia sebesar 185 kg/cap/tahun masih menjadi salah satu tertinggi.

Figure 1. Harga Beras Global/cwt



Tabel 1. Perbandingan Konsumsi Beras Antar Negara⁴

No	Country	Rice Consumption Per Capita (kg/year)	Rice Consumption Total (1000tons)	No	Country	Rice Consumption Per Capita (kg/year)	Rice Consumption Total (1000tons)
1	Bangladesh	257	42.403	31	Haiti	84,6	965
2	Cambodia	249	4.168	32	Benin	83,72	1015
3	Laos	241	1.756	33	Micronesia	78,78	9
4	Vietnam	204	19.872	34	Solomon Islands	77,32	53
5	Philippines	190	20.855	35	Cuba	76,57	867
6	Myanmar	189	10.274	36	Peru	75,73	2497
7	Indonesia	185	50.505	37	Nicaragua	75,57	501
8	Sri Lanka	182	3.890	38	Dominican Republic	75,1	815
9	Bhutan	169	130	39	Cape Verde	74,86	42
10	Thailand	168	11.742	40	Malí	73	1478
11	Sierra Leone	158	1.259	41	Mauritania	72,96	339
12	Guinea	155	2.039	42	Kiribati	72,94	9
13	Madagascar	144	3.986	43	Japan	72,57	9178
14	Guinea-Bissau	140	276	44	Macau	70,45	46
15	Nepal	138	4.024	45	Costa Rica	69,75	355
16	China	127	186.722	46	Taiwan	66,82	1592
17	Panama	125	541	47	Bahrain	66,47	113
18	Timor-Leste	124	164	48	Fiji	66,04	59
19	Ivory Coast	115	3.044	49	Ghana	65,71	2042
20	Senegal	115	1.931	50	Vanuatu	60,2	18
21	Liberia	110	559	51	Ecuador	59,4	1048
22	Malaysia	106	3.427	52	Hong Kong	59,22	444
23	Suriname	104	61	53	Mauritius	57,65	73
24	India	102	140.617	54	Maldives	57,16	31
25	Qatar	102	293	55	Samoa	57	11
26	North Korea	100	2.569	56	Saudi Arabia	56,14	1954
27	Comoros	98	85	57	Colombia	54,35	2765
28	Guyana	98	77	58	Djibouti	53,35	53
29	Gambia	95	230	59	Kuwait	52,21	223
30	South Korea	85	4.378	60	Iraq	50,47	1741

⁴ <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/rice-consumption-by-country>

Dalam studi ini akan membahas lebih dalam terkait pemetaan daerah di Indonesia yang memiliki risiko bencana alam yang tinggi dan melihat sebaran *early warning system* serta mempelajari mitigasi risiko bencana melalui asuransi bencana di berbagai negara.

Studi Literatur

Berdasarkan undang-undang nomor 24 tahun 2007, bencana didefinisikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa 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 alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam.

Beberapa penelitian terdahulu telah mendekripsi dampak dari bencana alam terhadap aspek perekonomian. Shah Noaj (2003) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa dampak bencana alam berdampak signifikan pada PDB per kapita negara berkembang, lebih lanjut dalam penelitiannya juga menemukan bahwa bencana alam secara signifikan berdampak negatif pada pertumbuhan sektor pertanian dan pada negara berkembang dampaknya hampir dua kali lipat dari negara maju. Dalam studi Shah Noaj (2003) bertujuan untuk memberikan evaluasi efektivitas mekanisme pembiayaan risiko sebelum bencana, seperti asuransi, mikro-asuransi, dan obligasi bencana.⁵ Temuan serupa juga terungkap dalam penelitian Panwar dan Sen (2019), yang menyoroti bencana alam seperti banjir, kekeringan, dan badai secara statistik berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan ekonomi dan sektor pertanian di negara berkembang.⁶ Selain itu, laporan FAO UN tahun 2017 menekankan kerentanan sektor pertanian terhadap bencana alam, termasuk dampak *multipronged* dan jangka panjang seperti kontaminasi air, kehilangan panen, dan kerusakan infrastruktur.⁷ Laporan dari The World Bank pada tahun 2016 mencatat bahwa dampak bencana alam ekstrem setara dengan kerugian global sekitar \$520 miliar dalam konsumsi tahunan dan mendorong sekitar 26 juta orang ke dalam jurang kemiskinan setiap tahunnya.⁸

Selanjutnya, bencana alam juga secara spesifik memengaruhi GDRP (*gross domestic regional product*) atau produk regional domestik bruto yang

⁵ Naoaj, M. S. (2023). From Catastrophe to Recovery: The Impact of Natural Disasters on Economic Growth in Developed and Developing Countries. European Journal of Development Studies, 3(2), 17-22.

⁶ Vikrant Panwar & Subir Sen. (2019). "Economic Impact of Natural Disasters: An Empirical Re-examination," Margin: The Journal of Applied Economic Research, National Council of Applied Economic Research, vol. 13(1), pages 109-139, February.

⁷ FAO United Nation.(2017). The impact of disasters and crises 2017 on agriculture and food security

⁸ <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2016/11/14/natural-disasters-force-26-million-people-into-poverty-and-cost-520bn-in-losses-every-year-new-world-bank-analysis-finds>

menjadi indikator untuk mengukur kesejahteraan ekonomi suatu wilayah atau daerah. Botzen, et.al. (2019) mengklasifikasikan dampak ekonomi dan fiskal dari bencana sebagai langsung atau tidak langsung. Bencana alam memiliki konsekuensi ekonomi langsung yang signifikan, seperti kerugian properti yang tinggi di negara-negara maju dan korban jiwa di negara-negara berkembang.⁹ Unterberger (2017) menemukan implikasi bencana alam (banjir) terhadap fiskal yang berdampak secara langsung dan negatif memengaruhi *current income balances*.¹⁰

Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Wiyanti dkk. (2021) menemukan bahwa bencana terbukti menimbulkan tekanan pada keseimbangan fiskal baik di tingkat kabupaten maupun provinsi.¹¹

Indonesia Risk Index

Konsep

Paper ini akan menghitung indeks risiko dengan mengidentifikasi frekuensi kejadian dan jumlah korban bencana alam di berbagai daerah pada tingkat kabupaten di Indonesia pada tahun 2015 hingga 2017 yang disebut dengan **IFG Progress disaster index**. Terdapat 10 indikator bencana alam yang dimasukkan di dalam variabel meliputi tanah longsor, banjir, banjir bandang, gempa bumi, tsunami, gelombang pasang laut, angin puyuh/angin puting beliung/topan, gunung meletus, kebakaran hutan dan lahan, dan kekeringan.

Data dan Metodologi

Data yang digunakan dalam laporan ini bersumber dari Pendataan Potensi Desa Tahun 2018 yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Pendataan Potensi Desa 2018 dilakukan secara sensus seluruh wilayah administrasi pemerintahan terkecil setingkat desa/kelurahan di Indonesia. Pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara oleh petugas menggunakan kuesioner terstruktur kepada kepala desa/lurah atau perangkat desa/kelurahan lainnya serta dinas terkait. Pendataan Potensi Desa Tahun 2018 dilaksanakan pada Bulan Mei 2018 dengan total data mencapai 83.931 desa/kelurahan dari 514 kabupaten/kota di 34 provinsi.

Metode yang digunakan dalam perhitungan indeks bencana nasional meliputi analisis faktor dan *MinMax Scaler*.

Analisis Faktor

Analisis faktor dalam penelitian ini disimulasikan menggunakan program python. Analisis faktor merupakan metode multivariat yang digunakan untuk mengelompokkan beberapa variabel menjadi beberapa faktor yang lebih sedikit jumlahnya dimana variasi dari faktor-faktor tersebut masih mengakomodasi cukup besar variasi dari variabel-variabel semula. Analisis

⁹ Botzen, W.J.W., O. Deschenes, and M. Sanders. 2019. The economic impacts of natural disasters: A review of models and empirical studies. *Review of Environmental Economics and Policy* 13(2): 167-188.

¹⁰ Unterberger, C. 2017. How flood damages to public infrastructure affect municipal budget indicators. *Economics of Disasters and Climate Change* 2(1): 5-20.

¹¹ Wiyanti, A., Halimatussadiyah, A. (2021). Are Disasters a Risk to Regional Fiscal Balance? Evidence from Indonesia. *Int J Disaster Risk Sci* 12, 839-853. <https://doi.org/10.1007/s13753-021-00374-2>

faktor berguna untuk mereduksi banyaknya variabel penelitian. Dalam penelitian ini analisis faktor akan digunakan untuk mencari bobot berdasarkan *loading* dari variabel indikator ke variabel laten yang dibentuknya.

Persamaan pembentukan variabel pada analisis faktor merupakan kombinasi linier dari faktor – faktor yang akan dibentuk yaitu sebagai berikut:

$$y_1 - \mu_1 = \lambda_{11}f_1 + \lambda_{12}f_2 + \dots + \lambda_{1m}f_m + \varepsilon_1$$

$$y_2 - \mu_2 = \lambda_{21}f_1 + \lambda_{22}f_2 + \dots + \lambda_{2m}f_m + \varepsilon_2$$

⋮

$$y_p - \mu_p = \lambda_{p1}f_1 + \lambda_{p2}f_2 + \dots + \lambda_{pm}f_m + \varepsilon_p$$

dimana :

y_i : variabel asal ke-i , i=1, 2, . . . , p

λ_{ij} : faktor loading dari variabel asal ke-i ke faktor ke-j yang dibentuknya

f_j : faktor ke-j yang dibentuk dari variabel asal

ε_i : variabel error dari variabel asal ke-i

Menurut Pett, Lackey & Sullivan (2003) asumsi yang perlu dipenuhi pada analisis faktor adalah sebagai berikut :

1. Koefisien korelasi antar beberapa variabel asal tinggi dan koefisien korelasi parsial antar variabel asal rendah. Hal ini ditunjukkan dengan uji Kaiser Meyer Olkin (KMO). Asumsi dipenuhi jika besar nilai KMO > 0.5.

Nilai KMO diperoleh dari :

$$\text{Nilai KMO} = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p a_{ij}^2}$$

dimana :

r_{ij} : Koefisien korelasi terobservasi antara variabel ke-i dan variabel ke-j ,

a_{ij} : Koefisien korelasi parsial antara variabel ke-i dan variabel ke-j,

dimana variabel lainnya dianggap konstan.

dengan $i < j$, $i = 1, 2, \dots, p$ dan $j = 1, 2, \dots, p$

2. Matriks korelasi dari faktor-faktor yang terbentuk harus mendekati matriks identitas. Hal ini diuji dengan menggunakan uji *Bartlett of Sphericity*

MinMax Scaler

Selain analisis faktor, selanjutnya dilakukan pehitungan minmax scaler menggunakan python. *MinMax Scaler* adalah bentuk normalisasi yang menyesuaikan nilai-nilai antara 0 dan 1. Nama 'MinMax' berasal dari penggunaan nilai maksimum dan minimum dari fitur yang digunakan untuk normalisasi. Formula dari *MinMax Scaler* adalah

$$x_{scale} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

MinMax Scaler merupakan salah satu teknik *data scaling* yang popular yang digunakan di berbagai *machine learning*.

Berikut adalah proses perhitungan indeks bencana yang menggunakan analisis faktor dan *MinMax Scaler* untuk normalisasi:

1. Agregasi tiap Kabupaten/Kota

Dilakukan agregasi tiap variabel dan indikator sehingga dihasilkan data jumlah kejadian bencana dan korban bencana untuk tiap bencana alam dan kabupaten/kota.

2. Memberikan skor indikator

Setiap indikator diberikan skor sesuai dengan kondisi yang ada. Terdapat perbedaan pemberian skor indikator pada variabel jumlah kejadian bencana dan jumlah korban jiwa. Untuk variabel jumlah kejadian bencana, tiap indikator diberikan skor dengan pengukuran seperti di bawah ini.

Skor Indikator	Keterangan
0	Tidak ada kejadian bencana alam
1	Banyaknya kejadian bencana alam $\leq Q_1$
2	$Q_1 < \text{Banyaknya kejadian bencana alam} \leq Q_2$
3	$Q_2 < \text{Banyaknya kejadian bencana alam} \leq Q_3$
4	Banyaknya kejadian bencana alam $> Q_3$

Dengan,

Q_1 : kuartil pertama banyaknya kejadian tiap bencana alam

Q_2 : kuartil kedua banyaknya kejadian tiap bencana alam

Q_3 : kuartil ketiga banyaknya kejadian tiap bencana alam

Untuk variabel jumlah korban jiwa, tiap indikator diberikan skor dengan pengukuran seperti di bawah ini.

Skor Indikator	Keterangan
0	Tidak ada kejadian korban jiwa
1	Banyaknya korban jiwa ≤ 10
2	$10 < \text{Banyaknya korban jiwa} \leq 20$
3	$20 < \text{Banyaknya korban jiwa} \leq 30$
4	Banyaknya korban jiwa > 30

3. Menghitung kontribusi indikator

Kontribusi indikator dihitung menggunakan *loading factor* untuk tiap indikator. (Appendix 1)

4. Menghitung indeks bencana

Indeks bencana dihitung dengan rumus berikut:

$$I = b_1 * V_1 + b_2 * V_2 + \dots + b_{60} * V_{60}$$

Dengan,

I : indeks bencana

b_i : bobot kontribusi indikator ke- i

V_i : indikator ke- i

5. Normalisasi indeks

Hasil perhitungan indeks bencana, kemudian dinormalisasi pada rentang [0, 100] menggunakan metode *MinMax scaler*.

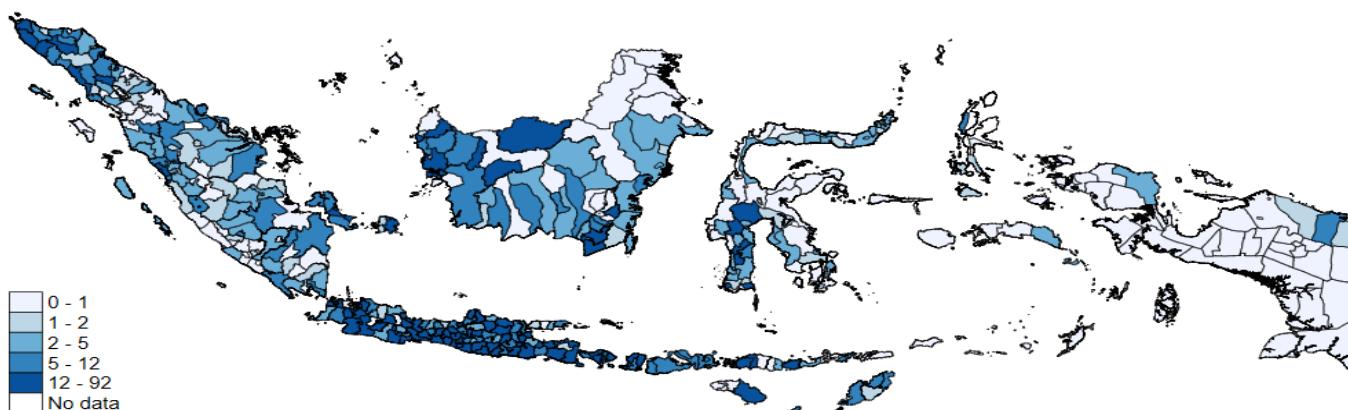
Hasil Analisa

Pemetaan frekuensi jumlah bencana alam di Indonesia dilakukan berdasarkan data Podes dan Susenas tahun 2018. terdapat lima pengelompokan jumlah kejadian bencana alam di tingkat kabupaten yang mencakup:

1. 0 sampai 1 kejadian
2. 1 sampai 2 kejadian
3. 2 sampai 5 kejadian
4. 5 sampai 12 kejadian
5. 12 sampai 92 kejadian; dan
6. Tidak ada data

Hasil pemetaan ditunjukkan pada Exhibit 1, menunjukkan konsentrasi kejadian bencana alam mayoritas terjadi di pulau Jawa dengan jumlah kejadian tertinggi pada kabupaten Bogor sebanyak 92 kejadian, kabupaten Cilacap 60 kejadian, dan Wonogiri 56 kejadian. Selain pulau Jawa, daerah lain seperti Bali, Lombok, beberapa wilayah Sumatera, Kalimantan Barat dan Sulawesi Selatan juga terlihat memiliki jumlah kejadian bencana alam yang tinggi.

Exhibit 1. Jumlah Bencana Alam di Indonesia



Sumber: Data PODES 2018, SUSENAS 2018, IFGP Research

Setelah memetakan data frekuensi jumlah bencana alam di tingkat kabupaten, selanjutnya indeks risiko bencana dihitung dan dilakukan

pengelompokan menjadi 4 klaster berdasarkan skor indeks pada rentan [0, 100], semakin tinggi indeksnya berarti potensi suatu daerah mengalami bencana alam akan semakin besar atau dapat dikatakan wilayah tersebut rentan bencana.

Klaster	Indeks Bencana Alam	Jumlah Kab/Kota
0	0	2
1	(0, 25]	103
2	(25, 50]	211
3	(50, 75]	174
4	(75, 100]	24

Berdasarkan hasil skoring dan pengelompokan indeks bencana alam, didapatkan bahwa terdapat 2 kabupaten/kota dengan indeks bencana 0 (nol) yang artinya daerah tersebut tidak mengalami bencana pada tahun 2015-2017. Kedua daerah yang tanpa bencana tersebut adalah Kota Banda Aceh di Provinsi Aceh dan Kabupaten Boven Digoel di Provinsi Papua. Mayoritas daerah memiliki indeks bencana pada rentang (25, 50] yaitu mencapai 211 kabupaten/kota. Sementara terdapat 24 kabupaten atau kota yang memiliki indeks bencana alam tertinggi di atas 75 yang mayoritas terdapat pada Provinsi Jawa Barat, yakni Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Bandung, Kabupaten Garut, dan Kabupaten Tasikmalaya. Provinsi lain dengan kab/kota nya memiliki indeks bencana alam di atas 75 adalah Aceh, Banten, Jawa Tengah, Jawa Timur, Maluku Utara, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Sumatera Barat, dan Sumatera Utara.

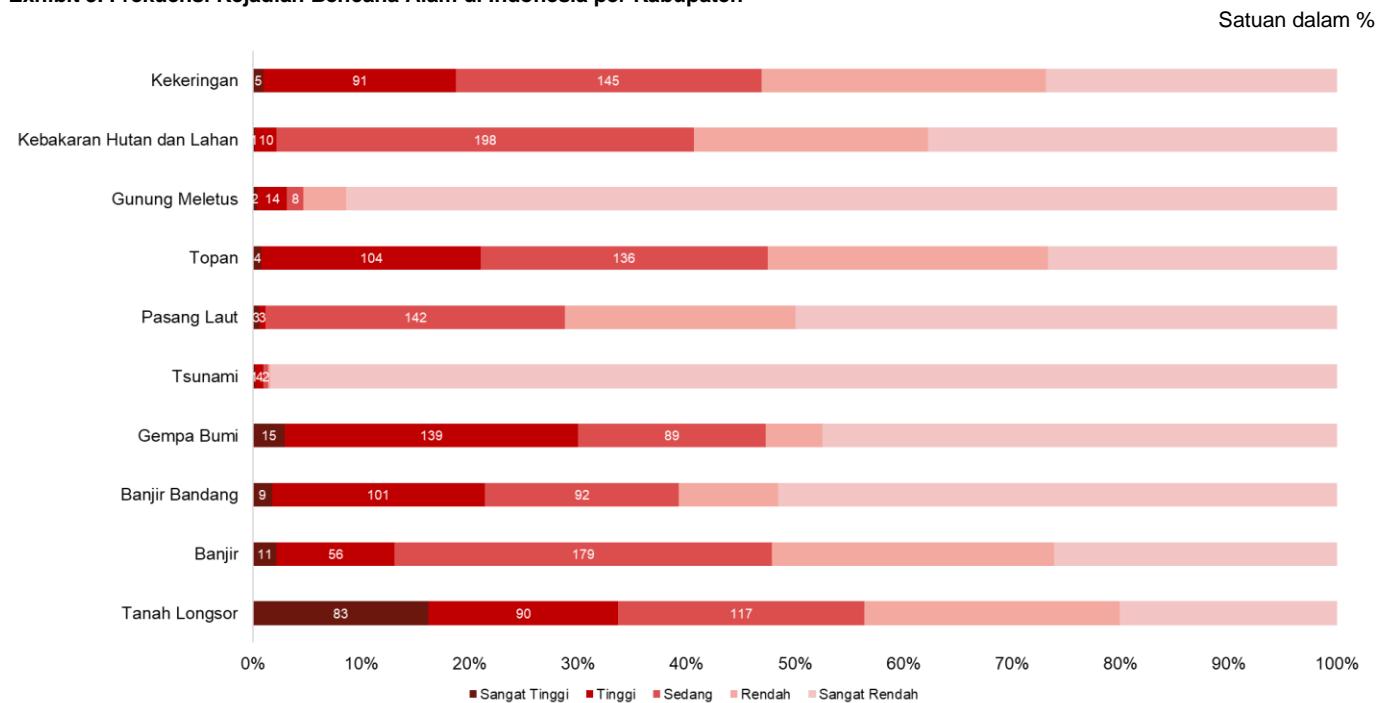
Exhibit 2 menunjukkan *mapping* hasil indeks bencana alam pada setiap provinsi. Provinsi dengan indeks bencana alam tinggi adalah Aceh, Jawa Barat, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Gorontalo, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Maluku Utara.

Exhibit 2. Pemetaan Indeks Bencana Alam di Indonesia



Sumber: Data PODES 2018, SUSENAS 2018, IFGP Research
06 Maret 2024

Pada exhibit 3 merangkum jenis bencana alam berdasarkan frekuensi yang terjadi per kabupaten pada 514 kabupaten atau kota di Indonesia. Terdapat 10 jenis bencana alam yang diklasifikasikan pada skala risiko: sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Bencana tanah longsor merupakan bencana alam yang memiliki risiko yang sangat tinggi terjadi, 16% dari total kabupaten atau sekitar 83 kabupaten di Indonesia memiliki risiko bencana tanah longsor yang sangat tinggi. Selanjutnya 18% dari total kabupaten atau 90 kabupaten di Indonesia memiliki risiko tanah longsor yang tinggi, dan 23% total kabupaten atau sekitar 117 kabupaten memiliki risiko tanah longsor yang sedang. Selanjutnya, bencana alam berisiko tinggi dan sedang yang banyak terjadi di berbagai kabupaten di Indonesia adalah Banjir, Gempa Bumi, Topan dan Kekeringan.

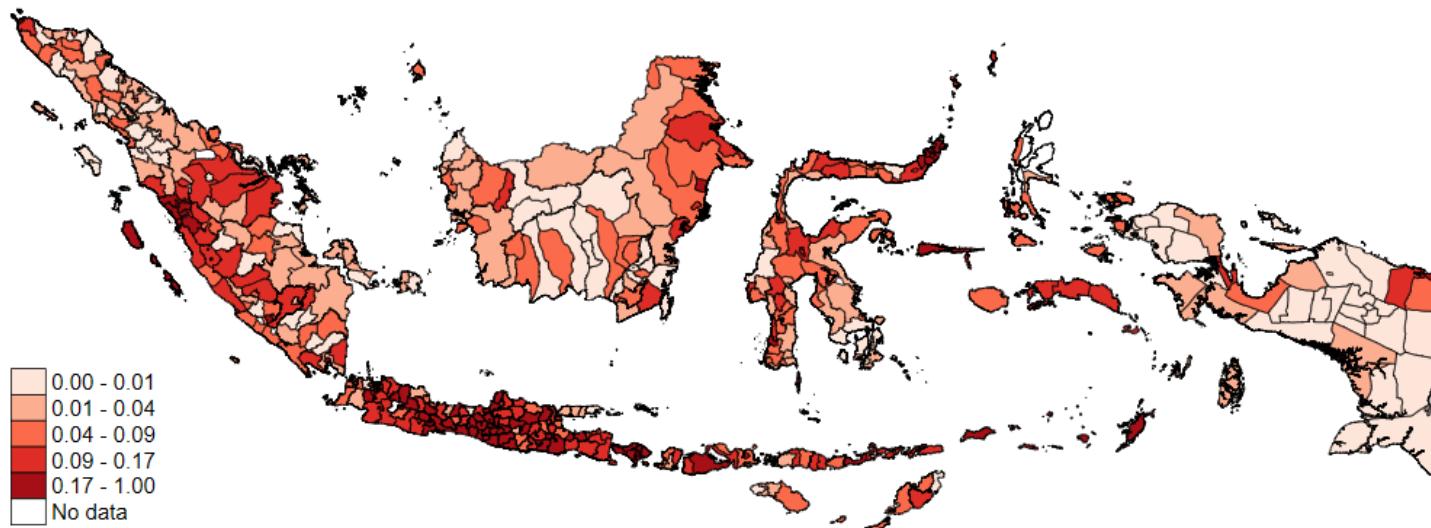
Exhibit 3. Frekuensi Kejadian Bencana Alam di Indonesia per Kabupaten

Source: Badan Pusat Statistik (BPS), IFGP Research

Distribusi *Early Warning System* di Indonesia

Early warning systems (EWS) atau sistem peringatan dini merupakan aspek yang sangat penting dalam upaya mengurangi risiko bencana, terlebih wilayah Indonesia rentan terhadap bencana dan memiliki banyak penduduk. Exhibit 4 menunjukkan sebaran dari *Early Warning System* (EWS) yang ada di Indonesia. Dengan membuat indeks EWS yang diklasifikasikan menjadi 5 kelompok dalam rentang 0 hingga 1, dimana semakin tinggi indeksnya atau mendekati 1 maka kapasitas EWS daerah tersebut semakin besar, sementara apabila indeksnya menuju 0 maka semakin rendah EWS di daerah tersebut.

Exhibit 4. Sebaran Early Warning System di Indonesia



Sumber: LPEM UI

Data menunjukkan bahwa EWS di Indonesia masih hanya terpusat di wilayah Jawa dan Bali. Ke dua pulau ini merupakan daerah yang memiliki populasi dan aktivitas ekonomi yang tinggi. Di Bali, kabupaten-kabupaten seperti Denpasar, Klungkung, Karangasem, Jembrana, Gianyar, dan Badung adalah contoh di mana proporsi desa-desa yang telah dilengkapi dengan EWS mencapai 100 persen. Sementara itu, daerah terpencil dan pulau-pulau masih memiliki sebagian desa dengan sistem peringatan dini yang minimal, seperti di provinsi Papua, Aceh, dan Bangka Belitung.

Peran dari *early warning system* menjadi sangat penting, karena secara empiris, EWS juga terbukti memiliki hubungan positif dan signifikan dengan Produk Domestik Regional Bruto (GRDP) di Indonesia. Dimana hubungan tersebut ditunjukkan pada Exhibit 5, dengan menggunakan data dari PODES 2018 melalui kuisioner, SUSENAS 2018, Big Data, dan Data NASA untuk menganalisis dampak sistem peringatan dini terhadap GRDP di Indonesia dengan menggunakan regresi 2SLS, dan didapatkan bahwa:

1. Hasil pertama: ketika suatu daerah memiliki *Early Warning System* maka GRDP pada daerah/desa tersebut berpotensi meningkat. Setiap peningkatan 1 persen desa yang memiliki sistem peringatan dini akan dapat meningkatkan PDRB sebesar Rp.226.600,5 hingga Rp.315.681,3 miliar dari PDRB tingkat kabupaten.
2. Hasil Kedua: suatu daerah yang memiliki *Early Warning System with Signal* atau suatu daerah yang memiliki EWS dan memiliki jaringan *signal cellular*, maka akan berpotensi meningkatkan GRDP. Setiap peningkatan 1 persen desa yang memiliki sistem peringatan dini dengan sinyal akan dapat meningkatkan GRDP sebesar Rp.224.629,4 hingga Rp.311.656,7 miliar GRDP di tingkat kabupaten.

Exhibit 5. Hasil Empiris Hubungan EWS dan GDRP

GDRP in districts level	(1)	(2)	(3)	(4)
Early Warning System	315681.3 ** (1.e+05)	226600.5** (7.9e+04)		
Early Warning System with Signal			311656.7** (1.0e+05)	224629.4** (7.8e+04)
Observations	387	387	387	387
Controls	No	Yes	No	Yes
Cluster	Yes	Yes	Yes	Yes

Standard errors in parentheses

Instrumental variable includes the proportion of village heads with college education.

Control variable includes temperature at 2 meters, elevation, terrain ruggedness, distance to Jakarta, proportion of old population.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Sumber: LPEM UI

Pengalihan Risiko Bencana Melalui Asuransi

Bencana alam menimbulkan berbagai risiko yang mengancam kesejahteraan masyarakat. Menurut Prabhakar et.al.,(2013), skema asuransi risiko berfungsi sebagai bagian dari jaring pengaman sosial melalui mekanisme transfer risiko dan dengan demikian berkontribusi pada peningkatan ketahanan masyarakat¹².

Berdasarkan studi Setijawan et.al., (2020) wilayah Indonesia yang rentan bencana menegaskan sangat dibutuhkannya perlindungan asuransi dalam memitigasi dampak bencana terhadap sektor ekonomi, terutama bagi masyarakat yang rentan, termasuk pelaku UMKM. Berdasarkan data per tahun 2019, hanya 2,96% dari 64 juta UMKM yang memiliki asuransi bencana.¹³

Selain itu, adanya perubahan iklim (*climate change*) yang mengakibatkan perubahan pola curah hujan juga meningkatkan risiko bencana seperti banjir, kekeringan, dan badai di seluruh wilayah Indonesia. Total pembiayaan bencana ini diprediksi akan terus meningkat, menanggapi tantangan ini Kementerian keuangan melalui Badan Kebijakan Fiskal telah membentuk Strategi Pembiayaan dan Asuransi Risiko Bencana (PARB) atau Disaster Risk Financing and Insurance (DRFI) pada tahun 2018. Dalam strategi PARB dilakukan layering risiko dan kolaborasi antara Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, Swasta, dan Masyarakat.

Exhibit 6 menjelaskan skema strategi pembiayaan bagi seluruh layer bencana. Strategi PARB dikelompokan menjadi dua:

1. Retensi yaitu pembiayaan yang ditanggung oleh Pemerintah (retain) melalui pembiayaan yang bersumber dari APBN/APBD, *Pooling Fund* dan pinjaman kotijensi. Dana dari alokasi APBN/APBD digunakan pada pembiayaan bencana pada layer dengan kerugian atau dampak yang

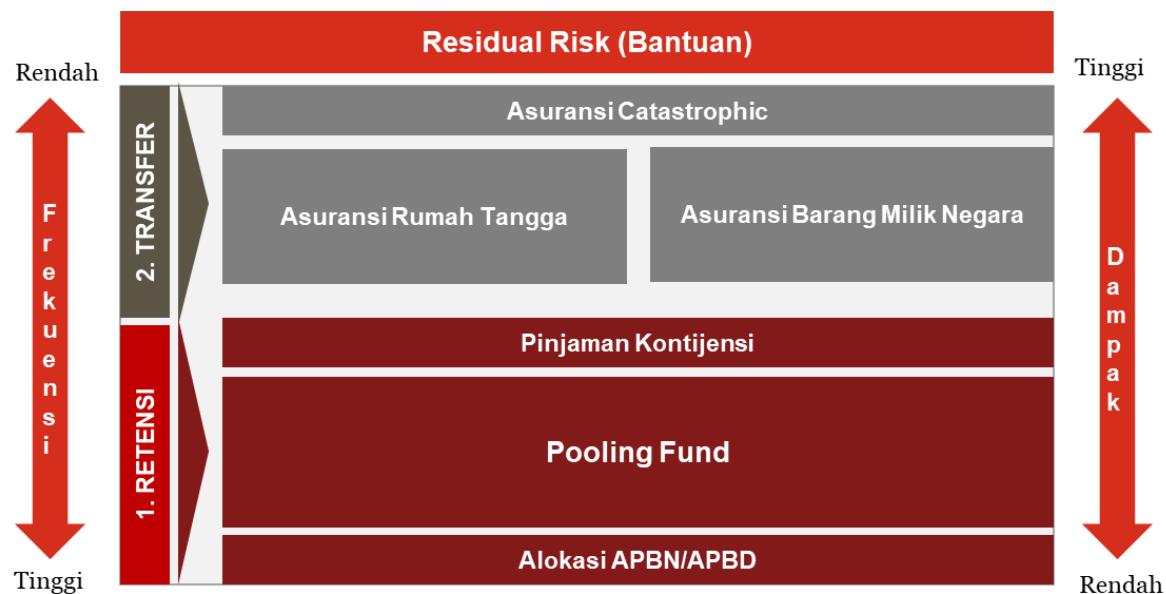
¹² Prabhakar, S.V.R.K., G. S. Rao, K. Fukuda, and S. Hayashi. 2013. Promoting risk insurance in the Asia-Pacific region: Lessons from the ground for the future climate region 4 under UNFCCC

¹³ Setijawan,Edi, et al.2020. Formulating Natural Disaster Insurance Scheme for Micro, Small and Medium Enterprises in Indonesia. Working Paper OJK

rendah, seperti gempa bumi dengan skala yang rendah. Sementara Pooling Fund merupakan skema pengelolaan dana khusus bencana yang berfungsi sebagai komplementer APBN. Dana yang disediakan dalam pooling fund berupa pembiayaan prabencana, tanggap darurat dan pasca bencana. Kemudian, pijaman kontijensi (*contingency credit*) adalah dana siaga yang disediakan oleh bank Pembangunan multilateral seperti World Bank dan Asian Development Bank (ADB)

2. Strategi transfer risiko yaitu pemindahan risiko kerugian kepada pihak lain yaitu Asuransi. Dalam hal ini, biasanya melalui produk *Asuransi Catastrophic* yang dibagi menjadi Asuransi Rumah Tangga dan Asuransi Barang Milik Negara untuk pembiayaan bencana yang jarang terjadi namun berdampak pada kerugian yang besar seperti gempa bumi dan Tsunami.¹⁴

Exhibit 6. Strategi pembiayaan dan Asuransi Risiko Bencana



Sumber: Badan Kebijakan Fiskal, Kementerian Keuangan, 2018

Implementasi PARB/DRFI bertujuan untuk:

- i. melindungi anggaran negara, melalui mekanisme khusus untuk mengelola pengeluaran bencana pemerintah pusat secara efisien;
- ii. memperkuat koordinasi fiskal pusat-daerah, melalui peran dan tanggung jawab yang jelas dalam pembiayaan respons bencana;
- iii. melindungi aset publik, melalui program asuransi ganti rugi untuk menutupi semua lembaga dan kementerian;
- iv. melindungi rumah tangga dan orang miskin, misalnya melalui program jaring pengaman sosial yang adaptif; dan
- v. memperkuat Koordinasi DRFI, melalui pelatihan dan penyebaran strategi.¹⁵

¹⁴ Kementerian Keuangan.2018. "Strategi Pembiayaan dan Asuransi Risiko Bencana (PARB)"

¹⁵ The World Bank Report.2020. "Indonesia Disaster Risk Finance and Insurance"

Asuransi Bencana di Beberapa Negara

Di beberapa negara telah memiliki *disaster risk financing* berupa asuransi bencana yang di design dalam bentuk kemitraan antara pemerintah dan swasta atau disebut *public private partnership (PPP)*. (*Exhibit 7*)

1. Jepang

Jepang terkenal sebagai negara yang sering mengalami bencana alam terutama gempa bumi, merespon kejadian ini pemerintah Jepang memiliki sistem asuransi bencana yang sudah *well-established* untuk memitigasi dampak finansial dari bencana alam. Asuransi bencana alam disana didukung oleh pemerintah yang dikenal sebagai "Earthquake and Volcano Damage Compensation System" (juga disebut sebagai sistem "Kyosai"). Sistem ini dikelola oleh pemerintah Jepang melalui Japan Earthquake Reinsurance Company (JER), yang menyediakan perlindungan untuk kerusakan akibat gempa bumi dan risiko terkait. JER didirikan oleh 20 perusahaan asuransi non-life Jepang pada tanggal 30 Mei 1966 setelah terjadinya gempa Nigata pada tahun 1964. Perusahaan ini mendapatkan lisensi untuk bisnis asuransi gempa bumi dan memulai operasinya pada 1 Juni 1966. Program asuransi ini sukarela untuk rumah tinggal dengan maksimum pertanggungan sebesar 50 juta yen. Perlindungan asuransi yang diberikan mencakup risiko dari gempa bumi dan kebakaran, kehancuran, pemakaman atau banjir yang disebabkan langsung atau tidak langsung oleh gempa bumi atau letusan gunung berapi atau tsunami. Mekanisme ganti rugi oleh asuransi terhadap rumah tinggal terbagi menjadi empat kelompok yaitu rusak ringan, rusak sedang, rusak berat dan hancur.

USA

National Flood Insurance Program (NFIP) merupakan salah satu program Asuransi Bencana di Amerika Serikat yang memberikan perlindungan akan risiko banjir. Program ini merupakan kerjasama antara pemerintah dan private insurance (*public private partnership*) dan program ini sudah ada dari tahun 1968 dengan perlindungan maksimal sebesar USD 250,000 untuk rumah tinggal pribadi dan USD 100,000 untuk bangunan. Program ini diatur dalam Undang-Undang Asuransi Banjir Nasional tahun 1968, Undang-Undang Reformasi Asuransi Banjir Nasional tahun 1994, dan Undang-Undang Perlindungan Bencana Banjir tahun 1973. Undang-Undang Perlindungan Bencana Banjir tahun 1973 menegaskan bahwa pemberi pinjaman memerlukan asuransi banjir khusus untuk properti yang terletak di Daerah Bencana Banjir Khusus (SFHA).¹⁶

Taiwan

Sama halnya dengan Jepang, program asuransi bencana di Taiwan dilatarbelakangi oleh adanya gempa bumi dengan magnitudo 7,3 yang disebut dengan Chi-Chi earthquake pada tahun 1999. Kemudian pada tahun 2002, pemerintah Taiwan mendirikan Taiwan Residential Earthquake Insurance Fund (TREIF). Peraturan atas asuransi bencana di Taiwan juga tercantum dalam undang-undang perasuransian pasal 138-1 (Article 138-1 of the Insurance Law).

¹⁶ Setijawan, Edi, et al.2020. Formulating Natural Disaster Insurance Scheme for Micro, Small and Medium Enterprises in Indonesia. Working Paper OJK

Program ini wajib untuk rumah tinggal dengan jumlah pertanggungan asuransi mencapai NT\$1,2 juta per rumah tangga untuk kerugian rusak total. Perlindungan asuransi mencakup risiko dari Gempa bumi, Kebakaran atau ledakan yang disebabkan oleh gempa bumi, Tanah longsor, penurunan tanah, pergerakan tanah, retakan, atau keretakan yang disebabkan oleh gempa bumi, Tsunami, gelombang laut, atau banjir yang disebabkan oleh gempa bumi.

Turkey

Program asuransi bencana di Turkey didirikan pada tahun 2000 setelah gempa Marmara pada tahun 1999, program ini disebut Turkey Catastrophe Insurance Pool (TCIP) dan merupakan program wajib. Program ini merupakan kemitraan antara pemerintah dan swasta yang mencakup perusahaan asuransi, *affiliated agencies*, dan cabang bank di seluruh negeri. Bencana yang ditanggung dari program asuransi ini adalah bencana Gempa bumi dan segala risiko kebakaran, ledakan, tanah longsor dan tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi.

Meksiko

Pemerintah Meksiko membentuk FONDEN pada tahun 1996 sebagai lembaga dana bencana nasional yang bertujuan untuk melakukan rehabilitasi dan rekonstruksi berbagai aspek, termasuk infrastruktur publik di tiga tingkat pemerintahan (federal, negara bagian, dan lokal), perumahan untuk penduduk berpenghasilan rendah, dan perlindungan terhadap komponen-komponen tertentu. FONDEN memiliki dua rekening anggaran yang saling melengkapi, yaitu program untuk rekonstruksi dan program untuk pencegahan bencana. Selain itu Fonden juga memiliki 3 instrument yang saling terintegrasi:

1. Revolvable Fund: menyediakan sumber daya untuk memperoleh pasokan bantuan sebelum situasi darurat dan bencana untuk memenuhi kebutuhan.
2. Fonden Program: memberikan dukungan ekonomi terhadap perbaikan dan rekonstruksi infrastruktur pada tiga tatanan pemerintahan (federal, negara bagian dan kota) yang rusak akibat bencana alam.
3. FONDEN Trust Fund: mengalokasikan sumber daya dalam menjalankan program FONDEN, termasuk memperoleh polis asuransi dan memperoleh instrumen transfer risiko seperti obligasi bencana (catastrophe bond).¹⁷

Bencana alam yang ditanggung pada program FONDEN mencakup Gempa bumi, Gunung Meletus, gempa dasar laut, Erosi, kekeringan, longsor, cyclone, badai salju, banjir, hujan ekstrim, tornado dan kebakaran hutan

¹⁷ OECD.2004." Catastrophic Risks and Insurance Natural Disasters Fund (FONDEN).
<https://doi.org/10.1787/9789264009950-en>

Exhibit 7. Asuransi Bencana di Beberapa Negara

Tipologi	Jepang	USA	Taiwan	Turki	Meksiko
Geografis	Beberapa Pulau Besar	Daratan	Pulau	Daratan	Daratan
Jumlah Penduduk <i>(World Bank Data)</i>	125 juta 333 juta		23,4 juta	84,9juta	127 juta
Kemitraan Disaster Risk Financing (DRF)	Public Private Partnership (PPP)	Public Private Partnership (PPP)	Public Private Partnership (PPP)	Public Private Partnership (PPP)	Public Private Partnership (PPP)
Jenis DRF	Asuransi + Dana Pemerintah	Asuransi + Dana Pemerintah	Koasuransi, reasuransi, pasar modal dan dana pemerintah	Asuransi, Catastrophe Bond dan dana pemerintah	Asuransi, Catastrophe Bond dan Dana Pemerintah
Nama Operator	JER (Japan Earthquake Reinsurance)	National Flood Insurance Program (NFIP)	TREIF (Taiwan Residential Earthquake Insurance Fund)	TCIP (Turkey Catastrophe Insurance Pool)	Fonden
Didirikan	1966 setelah gempa Niigata (1964)	1968	2002 setelah gempa Chi Chi	2000 setelah gempa Marmara 1999	1996
Wajib / Voluntary	Voluntary untuk Rumah Tinggal	Wajib untuk pemilik properti dengan pinjaman Bank atau yang berada di wilayah rawan banjir	Wajib untuk rumah tinggal	Wajib untuk rumah tinggal	Wajib bagi aset pemerintah
Objek yang Diproteksi	Rumah Tinggal	Property	Rumah Tinggal	Rumah Tinggal	Aset Pemerintah, rumah tinggal rakyat berpendapatan rendah
Amount insured	Maksimal 50 juta yen untuk sebuah bangunan dan 10 juta yen untuk properti pribadi.	Maksimal USD 250,000 dan USD 100,000 untuk bangunan.	NT \$1.2 juta per rumah	Approximately US\$92,000 per policy	Bank Dunia menerbitkan empat tahap CAT bonds untuk FONDEN Meksiko, menyediakan perlindungan asuransi sebesar US\$485 juta untuk gempa bumi dan badai siklon selama empat tahun.
Insurance Coverage	Gempa Bumi dan kebakaran, Banjir kehancuran, pemakaman, atau banjir yang disebabkan secara langsung atau tidak langsung oleh gempa bumi atau letusan gunung berapi atau tsunami yang diakibatkannya	Banjir	Gempa bumi, Kebakaran atau ledakan yang disebabkan oleh kebakaran, ledakan, tanah longsor, gempa bumi, Tanah longsor, penurunan tanah, pergerakan bumi, tanah, retakan, atau keretakan yang disebabkan oleh gempa bumi, Tsunami, gelombang laut, atau banjir yang disebabkan oleh gempa bumi.	Gempa bumi dan segala risiko ledakan yang disebabkan oleh kebakaran, ledakan, tanah longsor dan gempa dasar laut, Erosi, kekeringan, tsunami yang disebabkan oleh gempa longsor, cyclone, badai salju, banjir, hujan ekstrim, tornado dan kebakaran hutan	Gempa bumi, Gunung Meletus, hujan ekstrim, tornado dan kebakaran hutan
Fitur	4 (empat) jenis penggantian terhadap rumah tinggal, yaitu rusak ringan, rusak sedang, rusak berat, dan hancur	National Flood Insurance Program (NFIP) berlaku untuk pemilik properti di Amerika Serikat yang mencakup rumah, apartemen, bisnis, dan properti komersial lainnya yang berada di daerah-daerah yang telah ditetapkan sebagai Special Flood Hazard Areas (SFHAs) oleh Federal Emergency Management Agency (FEMA).	Premi rate sama untuk semua rumah. Tidak ada potongan klaim.Pertanggungan Kerugian untuk rusak total	Setiap tahunnya limit penggantian terhadap rumah tinggal yang rusak akibat gempa bumi direview.	Berlaku untuk 32 negara bagian di Meksiko

Sumber: BNPB, OJK, JER, TREIF, TCIP, World Bank, IFGP Research

In summary, Letak geografis Indonesia yang berada di zona aktif lingkaran api Pasifik serta dampak perubahan iklim membuatnya rentan terhadap berbagai jenis bencana alam. Hal ini kemudian menjadi ancaman besar, baik dari segi demografi karena korban jiwa, maupun dari sisi kerugian ekonomi. Indeks Bencana Indonesia menunjukkan banyak provinsi di Indonesia memiliki indeks bencana alam yang tinggi yaitu meliputi Aceh, Jawa Barat, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Gorontalo, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Maluku Utara. Meskipun demikian, sistem peringatan dini (*Early Warning System/EWS*) hanya terpusat di pulau Jawa dan Bali, yang memiliki populasi dan aktivitas ekonomi tinggi. Padahal, hampir seluruh wilayah Indonesia terpapar dengan risiko bencana alam. Berdasarkan studi, daerah yang memiliki EWS berpotensi dapat meningkatkan Produk Domestik Regional Bruto (GRDP). Selain ketidakmerataan EWS, instrumen mitigasi risiko bencana seperti asuransi juga masih belum merata, terutama untuk melindungi kelompok rentan seperti Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Dengan mengambil pelajaran dari pengalaman negara lain, program asuransi bencana sebaiknya menjadi program wajib dari Pemerintah, terutama bagi wilayah yang rentan terhadap bencana untuk memberikan perlindungan kepada masyarakat dari risiko bencana yang sering terjadi di wilayah negara tersebut, dan hal ini dapat menjadi bagian dari *social safety net*.

Appendix 1:

Indikator	Loading Factor
Jumlah kejadian tanah longsor 2015	0.98499334
Jumlah korban jiwa tanah longsor 2015	0.60013264
Jumlah kejadian tanah longsor 2016	0.97170205
Jumlah korban jiwa tanah longsor 2016	0.6816688
Jumlah kejadian tanah longsor 2017	0.96844988
Jumlah korban jiwa tanah longsor 2017	0.59405042
Jumlah kejadian banjir 2015	0.96153065
Jumlah korban jiwa banjir 2015	0.76885164
Jumlah kejadian banjir 2016	0.96105217
Jumlah korban jiwa banjir 2016	0.99500034
Jumlah kejadian banjir 2017	0.98239499
Jumlah korban jiwa banjir 2017	0.72551123
Jumlah kejadian banjir bandang 2015	0.91584549
Jumlah korban jiwa banjir bandang 2015	0.995
Jumlah kejadian banjir bandang 2016	0.91111575
Jumlah korban jiwa banjir bandang 2016	0.81494351
Jumlah kejadian banjir bandang 2017	0.8766753
Jumlah korban jiwa banjir bandang 2017	0.49250108
Jumlah kejadian gempa bumi 2015	0.95220977
Jumlah korban jiwa gempa bumi 2015	0.71331162

Jumlah kejadian gempa bumi 2016	0.99500064
Jumlah korban jiwa gempa bumi 2016	0.52060282
Jumlah kejadian gempa bumi 2017	0.90444233
Jumlah korban jiwa gempa bumi 2017	0.53240471
Jumlah kejadian tsunami 2015	0.99500022
Jumlah korban jiwa tsunami 2015	0.99844278
Jumlah kejadian tsunami 2016	0.95561395
Jumlah korban jiwa tsunami 2016	0.99844278
Jumlah kejadian tsunami 2017	0.85412964
Jumlah korban jiwa tsunami 2017	0.99844278
Jumlah kejadian pasang laut 2015	0.99500129
Jumlah korban jiwa pasang laut 2015	0.92656213
Jumlah kejadian pasang laut 2016	0.99500004
Jumlah korban jiwa pasang laut 2016	0.94891147
Jumlah kejadian pasang laut 2017	0.99500108
Jumlah korban jiwa pasang laut 2017	0.87571886
Jumlah kejadian topan 2015	0.91916549
Jumlah korban jiwa topan 2015	0.66998236
Jumlah kejadian topan 2016	0.9664735
Jumlah korban jiwa topan 2016	0.54244844
Jumlah kejadian topan 2017	0.85110258
Jumlah korban jiwa topan 2017	0.61621466
Jumlah kejadian gunung meletus 2015	0.74667471
Jumlah korban jiwa gunung meletus 2015	0.99860599

Jumlah kejadian gunung meletus 2016	0.91324993
Jumlah korban jiwa gunung meletus 2016	0.99745968
Jumlah kejadian gunung meletus 2017	0.77126662
Jumlah korban jiwa gunung meletus 2017	0.99860599
Jumlah kejadian kebakaran hutan 2015	0.93723738
Jumlah korban jiwa kebakaran hutan 2015	0.70389063
Jumlah kejadian kebakaran hutan 2016	0.97297894
Jumlah korban jiwa kebakaran hutan 2016	0.79878891
Jumlah kejadian kebakaran hutan 2017	0.89210384
Jumlah korban jiwa kebakaran hutan 2017	0.73595718
Jumlah kejadian kekeringan 2015	0.9950003
Jumlah korban jiwa kekeringan 2015	0.62433366
Jumlah kejadian kekeringan 2016	0.9701579
Jumlah korban jiwa kekeringan 2016	0.79963868
Jumlah kejadian kekeringan 2017	0.9950002
Jumlah korban jiwa kekeringan 2017	0.68622183

Appendix 2:

Selanjutnya akan dilihat kabupaten/kota mana yang memiliki indeks bencana alam tinggi untuk setiap jenis bencana alam.

1. Tanah longsor

Terdapat 83 kabupaten/kota dari 21 provinsi memiliki indeks bencana tanah longsor yang sangat tinggi. 10 kabupaten/kota dengan indeks bencana tanah longsor tertinggi adalah sebagai berikut:

- Puncak Jaya (Papua)
- Purworejo (Jawa Tengah)
- Ponorogo (Jawa Timur)

- d. Cianjur (Jawa Barat)
- e. Paniai (Papua)
- f. Kendal (Jawa Tengah)
- g. Aceh Selatan (Aceh)
- h. Buleleng (Bali)
- i. Nias Barat (Sumatera Utara)
- j. Kab. Bogor (Jawa Barat)

2. Banjir

Terdapat 11 Kab/Kota (8 provinsi) yang tergolong indeks bencana banjir yang sangat tinggi. 11 Kab/Kota dengan indeks bencana banjir yang sangat tinggi adalah:

- a. Sidoarjo (Jawa Timur)
- b. Hulu Sungai Utara (Kalimantan Selatan)
- c. Demak (Jawa Tengah)
- d. Bojonegoro (Jawa Timur)
- e. Paser (Kalimantan Timur)
- f. Kota Jayapura (Papua)
- g. Dogiyai (Papua)
- h. Kota Bekasi (Jawa Barat)
- i. Kendal (Jawa Tengah)
- j. Seram Bagian Barat (Maluku)
- k. Maros (Sulawesi Selatan)

Jakarta Selatan menjadi satu-satunya kota di DKI Jakarta yang memiliki indeks banjir cukup tinggi (48,3629). Jakarta Timur, Jakarta Utara, dan Jakarta Barat memiliki indeks banjir agak rendah, Jakarta Pusat dan Kepulauan Seribu memiliki indek banjir sangat rendah.

3. Banjir bandang

Terdapat 9 Kab/Kota (6 provinsi) yang tergolong indeks bencana banjir bandang yang sangat tinggi. 9 Kab/Kota dengan indeks bencana banjir bandang yang sangat tinggi adalah:

- a. Kota Jayapura (Papua)
- b. Garut (Jawa Barat)
- c. Bojonegoro (Jawa Timur)
- d. Lamongan (Jawa Timur)
- e. Kota Padang (Sumatera Barat)

- f. Aceh Selatan (Aceh)
- g. Cianjur (Jawa Barat)
- h. Donggala (Sulawesi Tengah)
- i. Solok (Sumatera Barat)

4. Gempa bumi

Terdapat 15 Kab/Kota (8 provinsi) yang tergolong indeks bencana gempa bumi yang sangat tinggi. 10 Kab/Kota dengan indeks bencana gempa bumi yang sangat tinggi, diantaranya:

- a. Nduga (Papua)
- b. Pidie Jaya (Aceh)
- c. Cianjur (Jawa Barat)
- d. Garut (Jawa Barat)
- e. Aceh Selatan (Aceh)
- f. Pidie (Aceh)
- g. Dompu (Nusa Tenggara Barat)
- h. Nias Selatan (Sumatera Utara)
- i. Nagan Raya (Aceh)
- j. Pandeglang (Banten)

5. Tsunami

Lamongan (Jawa Timur) menjadi satu-satunya Kab/Kota yang termasuk memiliki indeks tsunami sangat tinggi. Pandeglang (Banten), Halmahera (Maluku Utara), Asmat (Papua), dan Nias Selatan (Sumatera Utara) menjadi Kab/Kota dengan indeks tsunami tinggi. Halmareha Tengah (Maluku Utara) dan Tasikmalaya (Jawa Barat) merupakan Kab/Kota dengan indeks tsunami cukup tinggi. Serang (Banten) menjadi daerah dengan indeks tsunami rendah. Daerah lainnya tidak mengalami tsunami dalam kurun waktu 2015-2017.

6. Pasang laut

Terdapat 6 Kab/Kota dengan indeks pasang laut tinggi atau sangat tinggi. 257 Kab/Kota memiliki indeks pasang laut sangat rendah. 10 Kab/Kota dengan indeks pasang laut tertinggi adalah:

- a. Karimun (Kepulauan Riau)
- b. Merauke (Papua)
- c. Aceh Singkil (Aceh)
- d. Lombok Barat (Nusa Tenggara Barat)

- e. Halmahera Selatan (Maluku Utara)
- f. Banggai (Sukawesi Tengah)
- g. Aceh Utara (Aceh)
- h. Pasuruan (Jawa Timur)
- i. Flores Timur (Nusa Tenggara Timur)
- j. Pasaman Barat (Sumatera Barat)

7. Topan

Terdapat 4 Kab/Kota dengan indeks topan sangat tinggi. 104 Kab/Kota memiliki indeks topan tinggi. 10 Kab/Kota dengan indeks topan tertinggi adalah:

- a. Banjar (Kalimantan Selatan)
- b. Pangkajene dan Kepulauan (Sulawesi Selatan)
- c. Maros (Sulawesi Selatan)
- d. Flores Timur (Nusa Tenggara Timur)
- e. Langkat (Sumatera Utara)
- f. Tulungagung (Jawa Timur)
- g. Pinrang (Sulawesi Selatan)
- h. Ciaunjur (Jawa Barat)
- i. Kab. Bandung (Jawa Barat)
- j. Bojonegoro (Jawa Timur)

8. Gunung meletus

Terdapat 2 Kab/Kota dengan indeks gunung meletus sangat tinggi, yaitu Karo dan Lamongan. 14 Kab/Kota memiliki indeks gunung meletus tinggi. 10 Kab/Kota dengan indeks gunung meletus tertinggi adalah:

- a. Karo (Sumatera Utara)
- b. Lamongan (Jawa Timur)
- c. Aceh Tenggara (Aceh)
- d. Bantul (DI Yogyakarta)
- e. Mojokerto (Jawa Timur)
- f. Halmahera Barat (Maluku Utara)
- g. Lombok Barat (Nusa Tenggara Barat)
- h. Belu (Nusa Tenggara Timur)
- i. Manggarai Barat (Nusa Tenggara Timur)
- j. Minahasa Selatan (Sulawesi Utara)

9. Kebakaran hutan dan lahan

Ketapang (Kalimantan Barat) menjadi daerah dengan indeks kebarakan hutan dan lahan yang sangat tinggi. Ada 10 daerah dari 9 provinsi dengan indeks kebarakan hutan dan lahan yang tinggi.

10. Kekeringan

Demak (Jawa Tengah), Padang Lawas (Sumatera Utara), Timor Tengah Utara (Nusa Tenggara Timur), Bone (Sulawesi Selatan), dan Samosir (Sumatera Utara) memiliki indeks kekeringan yang sangat tinggi. Ada 91 daerah dari 23 provinsi dengan indeks kekeringan yang tinggi.

Appendix 3: Uji Kaiser Meyer Olkin (KMO).

```
from factor_analyzer.factor_analyzer import calculate_kmo
kmo_all, kmo_model = calculate_kmo(data)

print("KMO for all variables:", kmo_all)
print("KMO for the overall model:", kmo_model)

KMO for all variables: [0.91069249 0.77823486 0.88361184 0.78064204 0.8858456 0.83028725
 0.90421463 0.75142999 0.88364533 0.68563591 0.8900155 0.76773925
 0.88843026 0.84075169 0.89082052 0.82815718 0.90008954 0.77378703
 0.83895723 0.72995576 0.80019321 0.74734226 0.91315089 0.76052931
 0.68131215 0.4988519 0.7134161 0.4988519 0.81278859 0.4988519
 0.80282048 0.73865351 0.8135391 0.69547611 0.84079995 0.80131585
 0.88162849 0.69186345 0.867521 0.8052499 0.89944215 0.73286636
 0.7536849 0.53603561 0.73808349 0.63768934 0.79102152 0.53603561
 0.84217183 0.71255707 0.82603685 0.65901896 0.85336706 0.67490605
 0.90597269 0.7134092 0.8875226 0.68607826 0.89486881 0.66001762]
KMO for the overall model: 0.7663360082444078
```

PT. Bahana Pembinaan Usaha Indonesia (Persero)

Gedung Graha CIMB Niaga, 18th Floor
 Jl. Jendral Sudirman Kav. 58
 RT.5/RW.3, Senayan, Kebayoran Baru
 Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12190

 (+62) 021 2505080

 Indonesia Financial Group

 PT. Bahana Pembinaan Usaha Indonesia – Persero

 @indonesiafinancialgroup

 @ifg_id

Indonesia Financial Group (IFG)

Indonesia Financial Group (IFG) adalah BUMN Holding Perasuransian dan Penjaminan yang beranggotakan PT Asuransi Kerugian Jasa Raharja, PT Jaminan Kredit Indonesia (Jamkrindo), PT Asuransi Kredit Indonesia (Askrindo), PT Jasa Asuransi Indonesia (Jasindo), PT Bahana Sekuritas, PT Bahana TCW Investment Management, PT Bahana Artha Ventura, PT Bahana Kapital Investa, PT Graha Niaga Tata Utama, dan PT Asuransi Jiwa IFG. IFG merupakan holding yang dibentuk untuk berperan dalam pembangunan nasional melalui pengembangan industri keuangan lengkap dan inovatif melalui layanan investasi, perasuransian dan penjaminan. IFG berkomitmen menghadirkan perubahan di bidang keuangan khususnya asuransi, investasi, dan penjaminan yang akuntabel, prudent, dan transparan dengan tata kelola perusahaan yang baik dan penuh integritas. Semangat kolaboratif dengan tata kelola perusahaan yang transparan menjadi landasan IFG dalam bergerak untuk menjadi penyedia jasa asuransi, penjaminan, investasi yang terdepan, terpercaya, dan terintegrasi. IFG adalah masa depan industri keuangan di Indonesia. Saatnya maju bersama IFG sebagai motor penggerak ekosistem yang inklusif dan berkelanjutan.

Indonesia Financial Group (IFG) Progress

The Indonesia Financial Group (IFG) Progress adalah sebuah *Think Tank* terkemuka yang didirikan oleh Indonesia Financial Group sebagai sumber penghasil pemikiran-pemikiran progresif untuk pemangku kebijakan, akademisi, maupun pelaku industri dalam memajukan industri jasa keuangan