

Penerapan Teori Nilai Ekstrim dalam Pemodelan Risiko Investasi Pasar Negara Berkembang

Radian Januari Situmeang*
Universitas Cenderawasih
e-mail: *radian.situmeang@gmail.com

Abstrak

Pasar negara berkembang memiliki risiko yang besar. Hal tersebut diakibatkan karena ketidakstabilan ekonomi dan politik negara berkembang. Mengetahui keakuratan ukuran risiko investasi sangat bermanfaat untuk meningkatkan kewaspadaan investor terutama jika ingin berinvestasi dalam pasar negara berkembang seperti Argentina, Brazil, Meksiko, Indonesia, India, dan Korea. Karakter dari data pengembalian investasi pasar negara berkembang diselidiki. Pemodelan risiko pengembalian investasi dilakukan menggunakan metode Peaks Over Threshold (POT). Ukuran risiko yang digunakan adalah perhitungan nilai VaR dari masing-masing model sebagai acuan tingkat profitabilitas dan tingkat kerugian investasi pada masing-masing negara.

Kata kunci— *Peaks Over Threshold, VaR, Risiko Investasi, Nilai Ekstrim*

1. PENDAHULUAN

Pada era 1990-an, setelah krisis Asia, beberapa negara berkembang melakukan reformasi dan mulai menerapkan ekonomi terbuka, mengusahakan jati dirinya dalam tatanan politik dunia, serta memperluas jaringan perdagangan negara. Kala itu, negara-negara ini memiliki progres pertumbuhan ekonomi yang cepat. Dikategorikan sebagai pasar berkembang, dikarenakan negara-negara tersebut menjadi pasar yang diminati oleh investor Amerika dan Eropa. Indonesia bersama China dan Brazil dinyatakan sebagai tiga besar negara pasar berkembang yang diprediksikan akan mengambil peran besar mengubah tatanan ekonomi dan politik dunia (Garten, 1997).

Pasar negara berkembang dinyatakan bagi negara dengan progres pertumbuhan ekonomi yang cepat serta memiliki ciri-ciri negara maju namun belum mencapai standar negara maju. Pasar negara berkembang merupakan pasar yang belum mencapai suatu titik kestabilan ekonomi dikarenakan banyaknya dinamika ekonomi dan politik negara berkembang. Meskipun begitu, pasar negara berkembang memiliki daya Tarik tersendiri. Pada pasar negara berkembang terdapat kesempatan besar yang ditawarkan kepada swasta dalam mengembangkan perusahaan. Bagi investor, pasar saham negara berkembang menawarkan pengembalian investasi yang tinggi. Setelah 20 tahunan berlalu, belum diperoleh kesepakatan mengenai kriteria pasar negara berkembang. Berdasarkan publikasi Universitas Columbia tahun 2015, Emerging Market Global Players (EMGP), Negara Indonesia belum masuk kategori pasar negara berkembang. Hasil ini justru bertolak belakang dengan pernyataan lembaga konsultan investasi Morgan Stanley Capital International (MSCI) dan Lembaga Keuangan Internasional (IMF). Status pasar dari suatu negara akan menjadi referensi yang baik investor luar negeri.

Tabel 1. Kategori Pasar Negara Berkembang

Negara	IMF	MSCI	Columbia Univeristy
Argentina	✓	–	✓
Brazil	✓	✓	✓
India	✓	✓	✓
Indonesia	✓	✓	–
Meksiko	✓	✓	✓
Korea	–	✓	✓

Dinamika ekonomi suatu negara akan mengakibatkan berbagai risiko investasi meliputi risiko suku bunga, risiko ekuitas, risiko nilai tukar uang, risiko harga komoditas dan lainnya. Seorang manajer investasi tentunya akan mempertimbangkan kinerja pasar dan dinamika ekonomi pada pasar-pasar tersebut. Banyak faktor tak terlihat yang dapat menggerakkan perekonomian namun dengan mengukur risiko pasar, kita dapat merangkum seluruh dinamika ekonomi tersebut menjadi suatu angka yang dapat memberikan suatu gambaran keadaan pasar. Untuk itu, menentukan ukuran risiko dari pasar negara berkembang merupakan suatu hal yang prinsipil dalam proses mitigasi risiko.

Bekaert (dkk, 1998) telah menunjukkan bagaimana pentingnya asumsi kenormalan dari distribusi data pengembalian investasi pada pasar negara berkembang. Model dari pengembalian hasil menjadi bahan kajian dalam mengukur risiko. Cont (2001) menyatakan bahwa sifat empiris dari pengembalian investasi sejatinya adalah berdistribusi ekor tebal dan tidak simetris. Kedua sifat distribusi ini mengakibatkan risiko tidak dapat dimodelkan dengan model distribusi normal atau model umum lainnya. Hasil telaah Cont menjadikan teori nilai ekstrim (*EVT: Extreme Value Theory*) sebagai rekomendasi dalam mengukur risiko pengembalian investasi. Berdasarkan uraian tersebut, penulis akan mengukur risiko investasi pada pasar negara berkembang dengan salah satu penerapan teori nilai ekstrim yakni metode *Peaks Over Threshold* (POT). Penulis juga akan menguji reliabilitas ukuran risiko dan mempertimbangkan ukuran risiko alternatif selain dari yang digunakan oleh Gencay dan Selcuk (2004).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Ukuran Risiko

McNeil (1999) menyatakan bahwa mengukur suatu risiko adalah kegiatan merangkum distribusi risiko menjadi suatu statistik yang disebut ukuran risiko. Nilai rata-rata atau simpangan baku juga merupakan kegiatan mengukur aspek dari risiko namun tidak menyediakan informasi mengenai nilai ekstrim. Value-at-Risk (VaR_q) merupakan ukuran risiko yang dapat digunakan untuk menyatakan kerugian terbesar yang dapat ditanggung. Dengan ukuran risiko ini, proporsi kerugian di atas VaR_q lebih kecil dibanding kerugian di bawah VaR_q . Ukuran risiko lainnya yang dapat digunakan adalah Expected Shortfall (ES). Ukuran risiko ini lebih ketat, karena dinyatakan sebagai ekspektasi nilai-nilai diatas VaR. Misalkan $F(x)$ adalah distribusi dari risiko X yang menyatakan pengembalian investasi selama periode tertentu, maka VaR_q merupakan Value-at-Risk kuantil ke- q

$$VaR_q = x_q = F^{-1}(q) \quad (1)$$

dan Expected Shortfall (ES_q) dinyatakan sebagai

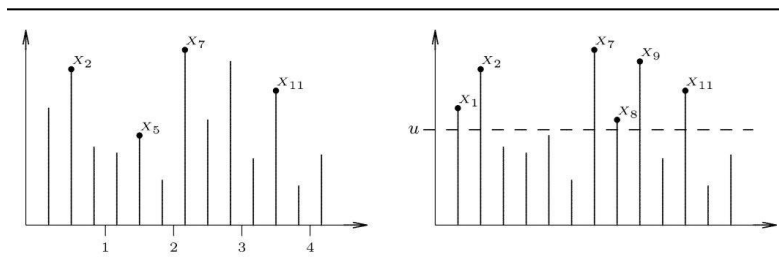
$$ES_q = E[X > x_q] \quad (2)$$

2.1.2 Distribusi Risiko Nilai Ekstrim $F(x)$

Teori nilai ekstrim menjelaskan bahwa nilai-nilai maksima dari barisan peubah acak identik saling bebas X_1, X_2, \dots, X_n yang merupakan risiko akan berdistribusi asimptotik *cumulative distribution function* (CDF) tertentu, $F(x) = Pr(X_i \leq x)$. Limit distribusi asimptotik dari normalisasi maksima menjadi distribusi menjadi salah satu dari keluarga distribusi *General Extreme Values* (GEV) (Embrechts dkk, 1997).

Terdapat dua cara menentukan nilai-nilai maksima. Cara pertama adalah metode blok-maksima, yakni memperhatikan nilai maksimum pada setiap periode, contohnya nilai maksimum bulanan atau tahunan. Pada sisi kiri Gambar 1 memperlihatkan bahwa observasi X_2 adalah maksimum pada periode I, kemudian X_5 adalah maksimum pada periode II, dan X_7 adalah maksimum pada periode III. Nilai $X_2, X_5,$ dan X_7 inilah menjadi data utama pemodelan metode Blok-Maksima.

Cara kedua lebih fokus pada realisasi yang melebihi nilai ambang batas tertentu. Cara ini disebut *Peaks Over Threshold* (POT). Setiap observasi yang melebihi nilai ambang batas u menjadi maksimum yang dimodelka. Dapat dilihat pada sisi kanan Gambar 1, nilai $X_1, X_2, X_7, X_8, X_9,$ dan X_{11} menjadi nilai maksimum yang akan dimodelkan.



Gambar 1. Metode Blok Maksima (sisi kiri) dan Metode POT (sisi kanan)

Berdasarkan Pickands (1975) serta Balkema dan de Haan (1974) bahwa model dari nilai maksima dapat didekati dengan *Generalized Pareto Distribution* (GPD) saat nilai ambang batas u terlalu tinggi atau menuju tak hingga. Model GPD dapat dilihat pada persamaan (3).

$$G_{(\xi, \sigma)}(y) = \{1 - (1 + \xi \frac{y}{\sigma})^{-1/\xi}\}, \quad \xi \neq 0 \quad 1 - \exp \exp \left(-\frac{y}{\sigma}\right), \quad \xi = 0 \tag{3}$$

Dengan $y \in [0, (x_F - u)]$ jika $\xi = 0$ dan $y \in [0, -\sigma/\xi]$ jika $\xi < 0$. ξ dan σ berurut merupakan parameter bentuk dan parameter skala. Parameter ξ juga merupakan indeks dari ekor distribusi. Semakin besar nilai indeks ekor, itu mengindikasikan bahwa distribusi berekor tebal.

GPD melekat dengan distribusi lain. Ketika $\xi > 0$, distribusi akan menjadi Pareto biasa. Ketika $\xi = 0$, GDP akan berpadanan dengan distribusi eksponensial. Selanjutnya, untuk $\xi < 0$, model akan menjadi distribusi Pareto II. Umumnya hanya distribusi dengan parameter bentuk $\xi \geq 0$ yang cocok memodelkan data pengembalian investasi.

Lewat temuan Balkema dan de Haan (1974) serta Pickands (1975), teorema ini menjamin bahwa distribusi nilai sisa ($y = x - u$) dapat didekati dengan GPD dengan memilih ξ dan menetapkan ambang batas u yang tinggi. Model GPD tersebut dapat ditaksir dengan menggunakan metode maksimum likelihood.

Karena $x = y + u$ dan $F_u(y)$ konvergen ke distribusi GPD untuk batas u yang tinggi dengan $X > u$, maka akan diperoleh

$$F(x) = [1 - F(u)]G_{\xi, \sigma}(x - u) + F(u) \tag{4}$$

setelah memilih batas $u, F(u)$ dapat ditentukan dengan $(n - N_u)/n$ dimana n merupakan ukuran sampel sementara N_u adalah banyaknya data sisa diatas batas u . Akibatnya, akan diperoleh suatu penaksir

$$\hat{F}(x) = 1 - \frac{N_u}{n} \left(1 + \xi \frac{x-u}{\hat{\sigma}}\right)^{-1/\hat{\xi}} \quad (5)$$

dengan syarat

$$G_{\hat{\xi}, \hat{\sigma}, u}(x) = 1 - \left(1 + \xi \frac{y}{\hat{\sigma}}\right)^{-1/\hat{\xi}} \quad (6)$$

dimana $\hat{\xi}$ dan $\hat{\sigma}$ adalah penaksir maximum likelihood.

Masalah Pemilihan Batas u

Masalah dari pendekatan teori nilai ekstrim ini adalah penentuan batasan u yang dilakukan secara intuisi. Alat pertama yang digunakan adalah plot q-q yang diplotkan terhadap distribusi eksponensial. Jika terdapat kecekungan dari plot, itu mengindikasikan sebuah distribusi ekor tebal. Alat kedua, adalah fungsi rata-rata sisa sampel yang didefinisikan sebagai

$$e_n(u) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - u)}{\sum_{i=1}^n I_{\{X_i > u\}}} \quad (7)$$

Jika fungsi rata-rata sisa menurun pada suatu garis lurus di atas suatu batas u , itu mengindikasikan bahwa data tersebut berdistribusi GPD dengan ξ positif. Alat bantu selanjutnya, adalah Plot Hill (Hill, 1975). Penaksir Hill terbukti merupakan penaksir konsisten dari ξ .

2.1.3 Pemodelan Ukuran Risiko

Penerapan teori nilai ekstrim dalam memodelkan VaR dan ES merupakan pendekatan parametrik. Ukuran risiko ini akan ditentukan secara terpisah untuk ekor kiri dan ekor kanan distribusi pengembalian investasi. Ekor kiri dipandang sebagai kerugian atas kejatuhan nilai aset, sedangkan ekor kanan dipandang sebagai kerugian karena kesempatan yang tidak tercapai maksimal (dalam konteks pengoptimalan alokasi dana). Memandang pengembalian investasi tidak sebagai distribusi simetris, memberikan penilaian yang objektif atas fenomena keuntungan dan kerugian dalam investasi. Pendekatan EVT menyediakan opsi untuk menilai ekor distribusi secara terpisah

Setelah berhasil estimasi parameter shape ξ dan skala σ dengan metode maksimum likelihood, maka POT dapat dimanfaatkan untuk memperoleh penaksir VaR_q . Simth (1978) menjelaskan fungsi densitas f dari distribusi GDP adalah

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} \left(1 + \frac{\xi x}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi} - 1} \quad (8)$$

dengan fungsi likelihood yang berpadanan dengan densitas pada persamaan (8) adalah

$$l(\xi, \sigma) = -n \log \log(\sigma) - \left(\frac{1}{\xi} + 1\right) \sum_{i=1}^n \log \log \left(1 + \frac{\xi}{\sigma} X_i\right) \quad (9)$$

Dengan demikian, untuk sebuah peluang $q > F(u)$, sebuah penaksir dari VaR_q dapat diperoleh dengan persamaan (10)

$$\widehat{VaR}_q = u + \frac{\hat{\sigma}}{n} \left[\left(\frac{n}{N_u} q\right)^{-\hat{\xi}} - 1 \right] \quad (10)$$

Sedangkan penaksir ES_q dapat menggunakan persamaan (11)

$$\widehat{ES}_q = \frac{\widehat{VaR}_q}{1 - \hat{\xi}} + \frac{\hat{\sigma} - \hat{\xi} u}{1 - \hat{\xi}} \quad (11)$$

2. 2. Langkah-langkah penelitian

Untuk meninjau dinamika risiko pada pasar berkembang, dikumpulkan data indeks saham gabungan harian dari negara Argentina, Brazil, India, Indonesia, Korea, dan Meksiko. Statistik deskripsi masing-masing pengembalian investasi harian disajikan pada Tabel 2. Pengembalian investasi harian didefinisikan sebagai

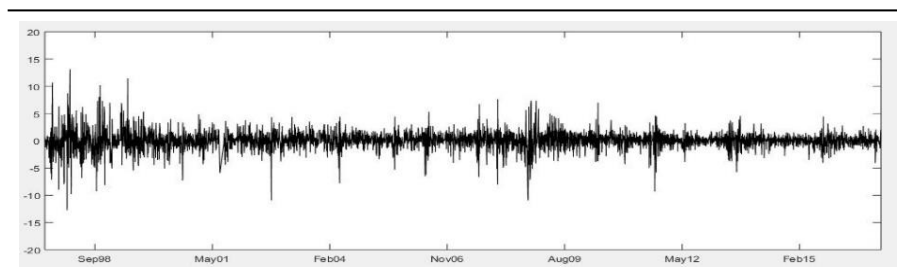
$$r_{i,t} = \log \log (x_{i,t} / x_{i,t-1}) \times 100 \quad (12)$$

dengan $x_{i,t}$ merupakan harga tutup indeks pasar saham negara ke- i pada hari ke- t . Fokusnya penelitian ini meninjau ekor kiri distribusi, sehingga dilakukan transformasi $-r_{i,t}$ terlebih dahulu. Adapun tahapan pemodelan data pengembalian investasi pada pasar negara berkembang adalah sebagai berikut :

1. Analisis deskriptif data pengembalian investasi
2. Menentukan nilai ambang batas (u) dengan Hill Plot rata-rata sisa $e_n(u)$
3. Menentukan nilai maksimum menggunakan metode POT
4. Menghitung nilai sisa $y_i = x_i - u$
5. Memodelkan nilai sisa y_i dengan model GPD yakni dengan estimasi parameter $\hat{\xi}$ dan $\hat{\sigma}$.
6. Menentukan ukuran risiko \widehat{VaR}_q dan \widehat{ES}_q

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengembalian investasi di IHSG Indonesia sebanyak 4745 hari diteliti. Pada Gambar 2. dapat dilihat bahwa nilai ekstrim sering muncul. Kemunculan nilai ekstrim tidak dapat diabaikan seperti suatu data pencilan, karena nilai-nilai ekstrim tersebut memberikan informasi penting bagi investor. Secara visual dapat disimpulkan adanya gejala kemunculan nilai ekstrim yang cukup banyak. Kemudian, berdasarkan nilai kurtosis data milik Indonesia (7.580) yang hampir dua kali lipat dari kurtosis normal (3) maka sangat wajar untuk memodelkan data tersebut dengan GPD. Hal yang sama juga ditemukan pada data data pengembalian investasi dari negara berkembang lainnya.



Gambar 2. Data Pengembalian Investasi di IHSG Indonesia

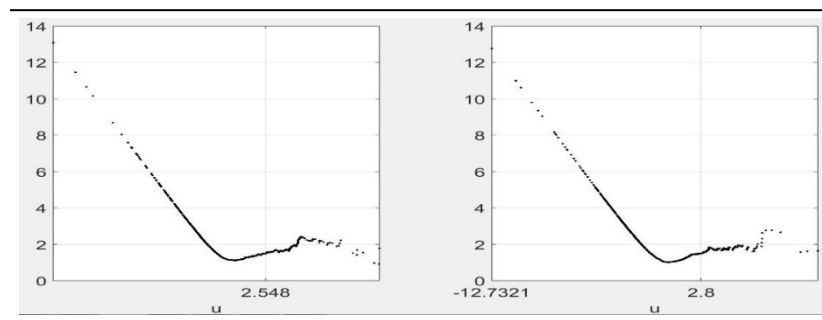
Pasar dengan rata-rata kerugian pengembalian investasi terbesar adalah Argentina (0.066%), kemudian Meksiko (0.052%) diikuti Indonesia (0.042%). Simpangan baku terbesar ada pada pasar Brazil dan Argentina (3.854 dan 2.201). Dengan simpangan baku terbesar, rata-rata pengembalian pasar Brazil (-0.003%) adalah yang terendah diikuti Korea (0.020%).

Tabel 2. Statistik Pengembalian Investasi Harian enam pasar negara berkembang

Negara	Jumlah Hari Pengamatan	Mean	Std	Ku	Ske	Min	Max
Argentina	4919	0.066	2.201	4.675	-0.291	-14.765	16.117
Brazil	4969	-0.003	3.854	2496.849	-42.011	-228.720	28.832
India	4820	0.038	1.560	6.163	-0.105	-11.809	15.990
Indonesia	4745	0.042	1.632	7.580	-0.198	-12.732	13.128
Korea	4818	0.020	1.813	5.271	-0.216	-12.805	11.284
Meksiko	5027	0.052	1.443	7.699	-0.017	-14.314	12.154

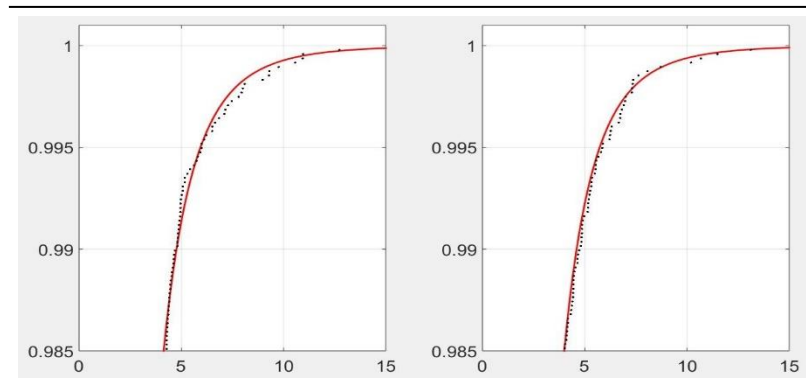
Berdasarkan taksiran kurtosis sampel, dapat dilihat bahwa data pengembalian investasi tidak berdistribusi normal. Bahkan nilai kurtosis terendah adalah 4.675 (Argentina) dan 4.965 (China). Nilai kurtosis tertinggi ada dari pasar Brazil (2496.849) dan Meksiko (7.699). Dari nilai-nilai kurtosis yang melebihi 3 ini ,dapat diambil hipotesis bahwa data pengembalian berasal dari distribusi berekor tebal. Plot q-q eksponensial dapat digunakan untuk mengkonfirmasi itu.

Sebagai dengan menggunakan bantuan plot Hill dan fungsi rata-rata sampel sisa, maka ditentukanlah batas $u = 2.548$ untuk meninjau ekor kiri, sementara $u = 2.8$ untuk meninjau ekor kanan. Sehingga akan diperoleh model GPD yang cocok. Pemilihan nilai u telah melalui proses pengujian model baik secara visual maupun analitik. Penulis hanya menyajikan nilai u yang dirasa paling tepat dari sekian kandidat u yang mungkin.



Gambar 3. Hill plot rata-rata sampel sisa untuk ekor kiri dan ekor kanan data pengembalian investasi di Indonesia

Penentuan nilai u juga akan mempengaruhi banyaknya sampel sisa yang digunakan pada pemodelan. Bila digunakan $u = 2.548$, maka ukuran sampel yang akan dimodelkan adalah 229. Kemudian untuk ekor kiri nilai $u = 2.8$ dengan 173 pengamatan. Hasil pencocokan sampel terhadap model GPD dapat dilihat pada Gambar 4. Secara visual, nilai ekstrim dari pengembalian investasi pasar Indonesia dapat dimodelkan dengan baik. Proses pemilihan u merupakan kebijaksanaan peneliti. Pemilihan Nilai u haruslah memperhatikan kecukupan data untuk pemodelan. Nilai u yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kekurangan data untuk pemodelan sedangkan nilai u yang terlalu rendah mengakibatkan model *underestimate* .



Gambar 4. Sisi Kiri : GPD dengan 229 pengamatan ekor kiri diatas $u = 2.548$.
Sisi Kanan : GPD dengan 173 pengamatan ekor kanan diatas $u = 2.8$.

Penaksiran parameter dari ekor kiri dan ekor kanan data pengembalian investasi pasar Indonesia menggunakan bantuan software Matlab. Model untuk ekor kiri menggunakan $\xi = 0.1636$ dan $\hat{\sigma} = 1.2346$ sedangkan model untuk ekor kanan menggunakan $\xi = 0.1573$ dan $\hat{\sigma} = 1.2576$. Pencocokan secara visual dari model terhadap sampel dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan persamaan (5) maka dapat dibentuk model risiko ekor kiri adalah

$$\hat{F}_{kiri}(x) = 1 - \frac{229}{4745} \left(1 + 0.1636 \frac{x - 2.548}{1.2346} \right)^{-\frac{1}{0.1636}} \quad (13)$$

Sedangkan model risiko ekor kanan adalah persamaan (14)

$$\hat{F}_{kanan}(x) = 1 - \frac{173}{4745} \left(1 + 0.1573 \frac{x - 2.8}{1.573} \right)^{-\frac{1}{0.1573}} \quad (14)$$

Langkah-langkah penentuan nilai u dan estimasi parameter GPD diterapkan pada data pengembalian investasi pasar negara berkembang lainnya. Setiap model yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan $\widehat{VaR}_{0.99}$ dan $\widehat{ES}_{0.99}$. dengan menggunakan persamaan (10) dan persamaan (11) maka diperoleh ukuran risiko pada pasar masing-masing negara berkembang. Ukuran risiko pada ekor kiri dan ekor kanan masing-masing negara dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Ukuran risiko ekor kiri dan ekor kanan pada pasar negara berkembang

Negara	$\widehat{VaR}_{0.99}$		$\widehat{ES}_{0.99}$	
	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
Argentina	6.3662	5.9158	8.6169	7.179
Brazil	5.5714	5.2385	9.3094	8.0344
India	4.382	4.0468	5.924	5.5817
Indonesia	4.7645	4.6042	6.6743	6.4336
Korea	5.3755	5.1358	7.0871	7.1008
Mexico	3.9149	4.0589	5.45358	5.6967

Ukuran risiko pada ekor kiri menunjukkan kerugian investasi terbesar yang dapat ditolerir oleh investor dengan tingkat toleransi sebesar 1%. Model yang diperoleh dapat membantu melakukan simulasi kerugian yang dapat ditolerir. Pemilihan 1% sebagai tingkat toleransi oleh peneliti guna menggambarkan besarnya

kerugian dengan toleransi minimum. Dengan proporsi yang sama, pasar Argentina memiliki nilai $\widehat{VaR}_{0,99}$ tertinggi dibanding negara lainnya.

Sementara itu nilai $\widehat{ES}_{0,99}$ pasar Argentina sebesar 8.6169 %, artinya jika pengembalian investasi pada pasar Argentina semakin merugi pada satu hari dan melewati titik $\widehat{VaR}_{0,99}$, maka terdapat peluang yang untuk kerugian mencapai titik di sekitar 8.6169 %. Begitu juga untuk pasar negara berkembang lainnya. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa pasar negara berkembang memiliki $\widehat{VaR}_{0,99}$ kanan lebih kecil dari $\widehat{VaR}_{0,99}$ kiri. Ini menunjukkan kecenderungan ketebalan ekor kerugian lebih besar dibanding ekor kanan. Hal tersebut mengindikasikan nilai ekstrim kerugian lebih sering dan lebih besar dibanding nilai ekor kanan.

Ukuran risiko untuk ekor kiri dan ekor kanan sangat mencerahkan persepsi terhadap keadaan pasar. Penerapan teori nilai ekstrim adalah langkah yang tepat untuk kasus ini. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan metode block maxima dengan memperhatikan periode waktu. Tiap pasar memberikan tawaran besar keuntungan dan simpangan baku yang berbeda. Fokus pada risiko-risiko mempermudah pengukuran.

4. KESIMPULAN

Teori nilai ekstrim berhasil diterapkan pada data pengembalian investasi pasar negara berkembang yang cenderung memiliki ekor tebal. Hasil dari metode ini menggambarkan nilai VaR dan ES yang hampir mirip untuk masing-masing negara. Model yang dihasilkan cukup baik dalam menggambarkan data. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi pasar, namun ukuran risiko yang dihasilkan melalui model dapat merangkum keadaan pasar dan memberikan deskripsi yang baik. Keunggulan dari metode ini adalah sederhana untuk diterapkan karena fokusnya hanya pada nilai ekstrim. Mengukur risiko dengan model probabilistik merupakan cara yang tepat dikarenakan model probabilistic akan stabil dan tidak sensitif terhadap kesalahan beberapa pengamatan. Metode ini membutuhkan data awal yang cukup banyak agar proses pemilihan maksima tidak terganggu. Hal ini menjadi kelemahan dari metode ini. Jika risiko yang diukur memiliki jumlah populasi yang kecil, akan mengakibatkan ketidakcukupan data untuk dimodelkan. Untuk pengembangan penelitian menggunakan metode ini, sebaiknya data lampau yang dikumpulkan tidak terlalu banyak. Relevansi pemodelan risiko perlu melihat trend yang terjadi sehingga maksima pada periode yang terlalu lampau tidak perlu mempengaruhi pemodelan.

DAFTAR PUSTAKA

- Balkema, A. A., & De Haan, L. (1974). Residual life time at great age. *The Annals of probability*, 792-804.
- Bekaert, G., Erb, C. B., Harvey, C. R., & Viskanta, T. E. (1998). Distributional characteristics of emerging market returns and asset allocation. *The Journal of Portfolio Management*, 24(2), 102-116.
- Christoffersen, P. F. (1998). Evaluating interval forecasts. *International economic review*, 841-862.
- Christoffersen, P. F., & Diebold, F. X. (2000). How relevant is volatility forecasting for financial risk management?. *Review of Economics and Statistics*, 82(1), 12-22.
- Christoffersen, P., & Pelletier, D. (2004). Backtesting value-at-risk: A duration-based approach. *Journal of Financial Econometrics*, 2(1), 84-108.
- Cont, R. (2001). Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues.
- Embrechts, P., Resnick, S. I., & Samorodnitsky, G. (1999). Extreme value theory as a risk management tool. *North American Actuarial Journal*, 3(2), 30-41.
- EMGP. (2016). Emerging market global players.

- Fisher, R. A., & Tippett, L. H. C. (1928). Limiting forms of the frequency distribution of the largest or smallest member of a sample. In *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* (Vol. 24, No. 02, pp. 180-190). Cambridge University Press.
- Garten, J. E. (1998). *The big ten: The big emerging markets and how they will change our lives*. Basic Books.
- Gencay, R., & Selcuk, F. (2004). Extreme value theory and Value-at-Risk: Relative performance in emerging markets. *International Journal of Forecasting*, 20(2), 287-303.
- Gilli, M., & Killezi, E. (2006). An application of extreme value theory for measuring financial risk. *Computational Economics*, 27(2), 207-228.
- International Monetary Fund. (2015). *World Economic Outlook: Adjusting to Lower Commodity Prices*. Washington.
- Kupiec, P. H. (1995). Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models. *The Journal of Derivatives*, 3(2), 73-84.
- Marimoutou, V., Raggad, B., & Trabelsi, A. (2009). Extreme value theory and value at risk: application to oil market. *Energy Economics*, 31(4), 519-530.
- McNeil, A. J. (1999). *Extreme value theory for risk managers*. Departement Mathematik ETH Zentrum.
- MSCI.(2017). *Global Indexes- Delivering the Modern Index Strategy*.
- Pickands III, J. (1975). Statistical inference using extreme order statistics. *the Annals of Statistics*, 119-131.