

Bab 12 **Risiko Operasional**

Pendahuluan

Pada awalnya (sebelum tahun 200an), sebuah bisnis akan selalu berhadapan dengan dua aspek risiko yaitu risiko bisnis dan risiko finansial. Risiko bisnis mencakup risiko yang dihadapi perusahaan dalam rangka beroperasinya perusahaan terutama yang berkaitan dengan fluktuasi pendapatan perusahaan. Sementara risiko finansial mencakup risiko atas struktur pembiayaan perusahaan termasuk adanya hutang dalam bentuk valuta asing. Berkembangnya waktu dan pengetahuan terutama dalam bidang risiko maka risiko bisnis mengalami evolusi yaitu risiko yang menyangkut operasional internal dan operasional eksternal. Risiko Bisnis menjadi risiko yang menyangkut operasional di luar perusahaan yang berkaitan dengan risiko atas penjualan atau hasil yang didapat perusahaan. Risiko internal yang berhubungan dengan bisnis yaitu risiko operasional seperti: risiko teknologi, risiko hukum dan berbagai aspek yang bisa dipilah-pilah sesuai aktifitas bisnis perusahaan untuk beroperasinya perusahaan dengan baik. Bahkan BASEL juga mulai memperhatikan risiko operasional ini.

Bila diperhatikan aktifitas sehari-hari perusahaan mengenai adanya tiga risiko yaitu Risiko Kredit, Risiko Pasar dan Risiko Operasional, maka kerugian dari risiko operasional pada urutan kedua setelah risiko kredit. Risiko pasar menempati urutan kedua setelah risiko operasional. Oleh karenanya, penanganan risiko operasional ini sangat penting bagi perusahaan untuk terjadinya efisiensi. Bagannya dapat diperhatikan pada Bagan dibawah ini.



Sumber: Shevchenko, P. (2011)

Konsep Risiko Operational

Basel Committee on Banking Supervision mendefinisikan Risiko Operasional¹ yaitu:

“the risk of direct or indirect loss resulting from inadequate or failed internal processes, people, and systems, or from external events.”

Dalam definisi memasukkan risiko hukum (Law) tetapi tidak memasukkan risiko strategic dan reputasi. Hoffman (2002) mendefinisikan risiko operasional sebagai berikut:

The risk of loss from business disruption, control failures, errors, misdeeds, or external events.

King (2001) mendefinisikan risiko operasional sebagai berikut:

Operational risk is concerned with adverse deviation of a firm's performance due to how the firm is operated as opposed to how the firm is financed. It is defined as a measure of the link between a firm's business activities and the variation in its business results.

Risiko operasional dapat dibagi kedalam beberapa kelompok dengan kategori yaitu²:

- Risiko operasional yaitu risiko yang membuat tidak efisiennya dalam sistem informasi atau pengendalian internal sehingga menghasilkan kerugian. Risiko ini lebih lanjut dapat dibagi kedalam risiko fraud, risiko penyampaian informasi yang tidak benar, risiko yang tidak bisa dihindari seperti banjir dan risiko pekerja (personnel risk).
- Risiko Hukum yaitu risiko dimana kondisi kontrak atau perjanjian tidak bisa dijalankan dikarenakan tidak disebutkan dalam perjanjian atau sehubungan dengan dokumentasi dan prosedur yang berlaku. Tindakan pegawai yang melakukan perbuatan

¹ BCBS menerbitkannya pada tahun pada 25 Februari 2011;

<https://www.bis.org/publ/bcbs183.pdf> diunduh 10 Nopember 2017 pukul 11.31 WIB.

² Steven Allen (2013); Financial Risk Management: A Practitioner's Guide to Managing Market and Credit Risk; John Wiley & Sons, INC. pp. 30.

tidak sesuai hukum dimana membuat perusahaan terkena penalty, juga termasuk dalam risiko hukum Risiko hukum termasuk risiko peraturan yang berlaku.

- Risiko reputasi yaitu risiko yang memaksa melakukan provisi kontrak akan membuat kerugian kepada pihak lain sehingga reputasi perusahaan mengalami penurunan kepada konsumen perusahaan.
- Risiko akuntansi yaitu risiko yang membuat kesalahan dalam kebiasaan akuntansi sehingga membuat perhitungan atau pernyataan kembali atas pendapatan sehingga mempengaruhi pandangan investor terhadap perusahaan.
- Risiko likuiditas pendanaan yaitu risiko dimana perusahaan akan harus membayar jauh lebih tinggi dari tingkat bunga di pasar atas pendanaannya dikarenakan persepsi investor terhadap kredit kualitas lembaga tersebut semakin menurun atau terjadi penggunaan dana yang cukup besar membuat perusahaan semakin dipertimbangkan untuk tidak diberikan lagi bila membutuhkan pendanaan di masa mendatang.
- Risiko perusahaan (*enterprise*) yaitu risiko kerugian dikarenakan untuk merubah seluruh kebiasaan atau budaya (*climate*) perusahaan seperti kebutuhan pelanggan, tindakan pesaing, inovasi teknologi yang cepat berkembang.

Tetapi sudah disebutkan pada konsep yang dikemukakan BCBS bahwa risiko reputasi tidak termasuk dalam risiko operasional bahkan merupakan risiko tersendiri. Hal ini dikarenakan reputasi datangnya dari eksternal perusahaan yang merupakan persepsi pihak luar perusahaan terhadap perusahaan. Risiko hukum bisa dimasukkan ke dalam risiko operasional. Oleh karenanya, buku ini hanya mendefinisikan risiko operasional merupakan risiko yang datangnya dari internal perusahaan

Identifikasi Risiko Operasional

Salah satu tahapan dalam mengatasi risiko yaitu mengenali risiko yang akan dihadapi atau dikenal dengan identifikasi risiko. Seringkali beberapa pihak menyebutkan bahwa identifikasi risiko ini merupakan tindakan awal yang memberikan masukan kepada semua pihak untuk melakukan pengukuran, pemantauan dan pengendalian risiko tersebut. Semakin bagus tindakan identifikasi risiko akan semakin baik tahapan selanjutnya yang akan dilakukan.

Dalam melakukan identifikasi risiko maka perlu dikelompokkan lebih dulu risiko yang akan terjadi atau datangnya dari internal atau eksternal perusahaan. Risiko yang terjadi dari internal umumnya dapat dikendalikan dan dengan cepat diatasi, bahkan bisa dikenali. Sementara risiko operasional yang timbul dari eksternal agak susah melakukan identifikasinya tetapi bisa dilakukan dan membutuhkan waktu dan pemikiran yang panjang. Dalam mengidentifikasi risiko operasional bisa saja ditemukan risiko tersebut bersifat kualitatif maupun bersifat kuantitatif. Umumnya sangat disukai kalau bersifat kuantitatif karena lebih mudah menginterpretasikannya. Sementara risiko operasional yang bersifat kualitatif sangat sulit mengartikannya. Sering risiko yang bersifat kualitatif ini dikonversikan ke dalam bentuk kuantitatif agar lebih menguraikannya dan mengukurnya. Risiko kualitatif yang dikonversikan kepada risiko kuantitatif membutuhkan waktu dan pengetahuan yang lebih dalam dan luas.

Bank for International Settlement (BIS, 2004, p. 140) mengelompokkan kerugian operasional ke dalam tujuh jenis kejadian kerugian (loss event types) yaitu:

1. Penyelewengan internal (internal fraud).
2. Penyelewengan eksternal (eksternal fraud)
3. Praktik kepegawaian dan keselamatan kerja (employment practices and workplace safety)
4. Klien, produk, dan praktik bisnis (client, products, and business, practices).
5. Kerusakan terhadap aset fisik perusahaan (physical asset damages).
6. Terganggunya bisnis dan kegagalan system (business disruption and system failure)
7. Manajemen proses, pelaksanaan, dan penyerahan produk dan jasa (execution, delivery and process management).

BIS mengelompokkan tujuh aktifitas yang diidentifikasi menjadi risiko operasional, tetapi bisa juga ditemukan berbeda dengan BIS terutama bagi Negara-negara yang berkembang. Harus diingat bahwa risiko hukum merupakan bagian dari risiko operasional menurut BCBS yang diuraikan pada konsep dan definisi sebelumnya. Pemahaman atas identifikasi risiko akan membawa kepada metode yang dipergunakan untuk mengukur risiko operasional tersebut.

Pengukuran Risiko Operasional

Perusahaan atau juga bank harus bisa mengelola risiko operasional karena akan menghasilkan efisiensi bagi perusahaan dan pada akhirnya akan meningkatkan kinerja perusahaan sebagai tujuan akhir dari dilakukannya pengelolaan risiko tersebut. Pada sisi lain, ketidakmampuan perusahaan mengelola risiko operasional akan membuat perusahaan mengalami kerugian dan kemudian akan berdampak kepada modal (*Capital*) perusahaan. Bila capital perusahaan semakin mengecil maka keberlangsungan perusahaan akan semakin tidak jelas. Ada beberapa manfaat yang didapatkan bila perusahaan bisa mengelola risiko dalam proses operasional³ yaitu:

- a. Menghindari kerugian yang tidak diharapkan dan memperbaiki efisiensi operasional.
- b. Efisien dalam menggunakan modal.
- c. Memberikan kepuasan kepada pemangku kepentingan (*stakeholders*).
- d. Memenuhi tuntutan regulasi.

Manfaat yang didapatkan atas pengelolaan risiko akan membuat kinerja perusahaan akan lebih baik.

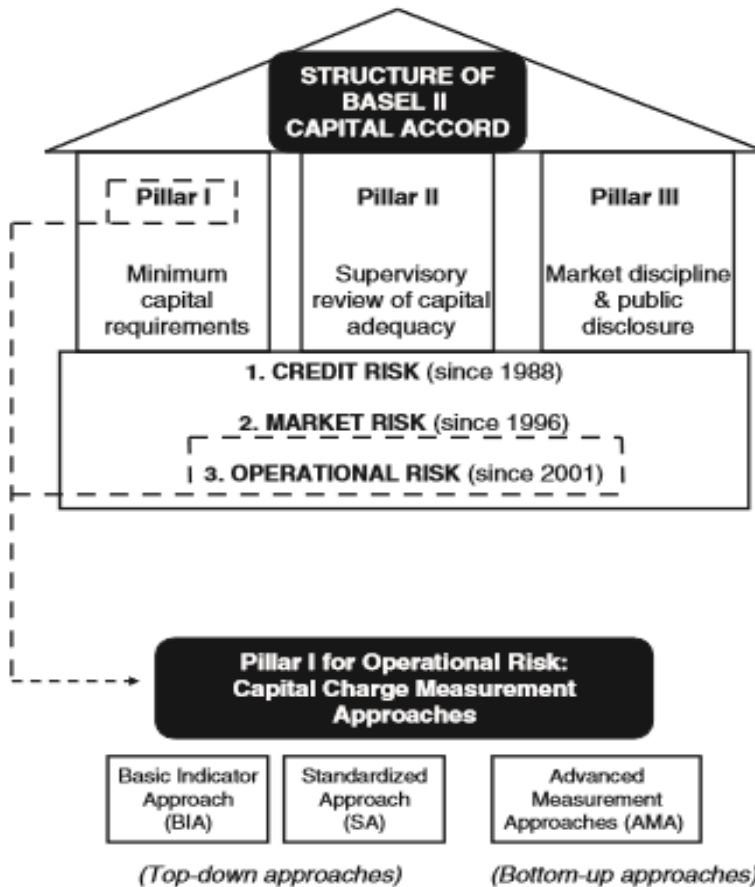
Pengukuran risiko operasional dapat dilakukan beberapa metode tetapi Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) menyatakan adanya dua pendekatan untuk pengukuran risiko operasional yaitu pendekatan metode standar dan pendekatan metode internal. Pendekatan metode standar mencakup tiga metode yaitu:

- a. Metode Basic Indicator Approach (BIA),
- b. Standardized Approach (SA)
- c. Alternative Standardized Approach (ASA).

Sementara pengukuran risiko operasional dengan pendekatan internal dikenal dengan Advanced Measurement Approach (AMA). Pendekatan pengukuran risiko operasional dapat diperhatikan pada Bagan dibawah ini. Pendekatan Metode Basic Indicator dan metode Standardized serta metode Alternative Standardized dapat disebutkan pendekatan dari atas ke bawah (Top-Down Approach), sedangkan metode Advanced Measurement Approach lebih dikenal pendekatan dari bawah ke atas (Bottom-up Approach).

³ Jack L. King (2001); *Operational Risk: Measurement and Modelling*; John Wiley & Sons; pp. 8.

Bagan 12.1: Risiko Operasional dan Pengukurannya.



Sumber: A. S. Chernobai; S. T. Rachev dan F. J. Fabozzi (2007)

Pendekatan *Basic Indicator*, merupakan pendekatan pendekatan yang paling sederhana, dimana pendapatan kotor dipandang sebagai *proxy* untuk skala eksposur risiko operasional pada bank. Pendapatan kotor yaitu pendapatan bunga bersih dan pendapatan non bunga dari perusahaan atau bank yang bersangkutan. Adapun perhitungan pembiayaan terhadap kapital sebagai berikut:

$$K_{BIA} = \alpha * \frac{\sum_{j=1}^n GI_j}{n} \quad (12.1)$$

dimana

GI = pendapatan kotor

n = jumlah dari tiga tahun sebelumnya GI yang positif

α = persentasi tetap untuk tiga tahun sebelumnya atas GI yang positif

Ada empat alasan kenapa menggunakan pendekatan ini yaitu:

- a. Sangat sederhana menghitungnya
- b. Tidak memerlukan waktu dan sumberdaya dalam rangka pengembangan alternatif model yang lebih kompleks.
- c. Sangat berguna pada tahap awal implementasi Basel II khususnya ketika data kerugian tidak cukup untuk membangun model yang lebih kompleks
- d. Sangat berguna diaplikasikan pada bank yang berukuran kecil dan menengah.

Pendekatan *Standardized*, merupakan pendekatan setingkat lebih tinggi dari pendekatan basic indicator dengan memperhatikan jenis bisnis usaha dari bank yang bersangkutan. Laba kotor merupakan indikator yang paling luas sebagai proxy untuk skala operasi bisnis dan eksposur risiko operasional. Pada pendekatan ini, laba kotor dan beta dari masing-masing unit bisnis diperlukan untuk menghitung risiko operasionanya. Adapun perhitungannya menggunakan persamaan berikut:

$$K_{SA} = \frac{\sum_{j=1}^3 \text{Max}(\sum_{k=1}^8 GI_{j,k} * \beta_k, 0)}{3} \quad (12.2)$$

dimana

β persentase tetap yang ditentukan komite bank.

Pendekatan *Alternative Standardized*, merupakan metoda yang hamper sama dengan pendekatan *standardized*. Pada perhitungan pembebanan kapital sudah memisahkan unit bisnis retail bank dan unit bisnis komersial bank yang bersangkutan. Tetapi perhitungannya tidak menggunakan pendapatan kotor melainkan dari rata-rata total loan dan advancesnya selama tiga tahun terakhir. Adapun rumusan perhitungannya sebagai berikut:

$$K_{RB} = \beta_{RB} * m * \frac{\sum_{j=1}^3 LA_j RB}{3} \quad \text{dan} \quad K_{CB} = \beta_{CB} * m * \frac{\sum_{j=1}^3 LA_j CB}{3} \quad (12.3)$$

dimana nilai m sebesar 0,35.

Biasanya pendekatan ini hampir sama besarnya.

Pendekatan Internal Measurement, merupakan pendekatan yang paling sederhana dari pendekatan Advances Measurement dalam pendekatan internal. Dalam menghitung kapital yang dikenakan sebagai risiko operasional, ada tiga parameter yang harus dipertimbangkan yaitu: indikator eksposur (EI) biasanya dinilai dengan pendapatan kotor; ada probabilitas kejadian (Probability of Event, PE) dan kerugian yang sudah terjadi (Loss Given Event, LGE) dan ketiga ini yang diperkalikan dengan mempertimbangkan sebuah skala kerugian yang tidak diharapkan (unexpected loss) disimbol dengan γ . Adapun pendekatan ini menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$K_{IMA} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^k \gamma_{i,j} EI_{i,1} * PE_{i,j} * LGE_{i,j} \quad (12.4)$$

Nilai dari γ ditentukan oleh komite bank untuk setiap unit bisnis dan tipe kejadian risiko operasional.

Pengukuran risiko operasional sangat menarik bila dimodelkan dalam sebuah distribusi kerugian. Adapun distribusi kerugian yang selalu didiskusikan untuk risiko operasional seperti diuraikan selanjutnya⁴.

Distribusi Normal

Fungsi Distribusi densitas Normal merupakan sebuah fungsi dimana data yang dikumpulkan akan membentuk kurva normal, dimana parameternya μ dan σ^2 . Adapun fungsinya sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{untuk } -\infty < x < \infty \quad (12.5)$$

Fungsi Distribusi densitas Normal mempunyai fungsi kumulatif sama dengan fungsinya. Adapun rata-rata dan variansnya sebagai berikut:

⁴ Materi distribusi yang dipresentasikan pada bab ini merupakan perbaikan dari Adler Haymans Manurung (2014); Pengukuran Risiko; PT Adler Manurung Press.

| | | |
|-----------|-------------------|---------|
| Rata-rata | $E(X) = \mu$ | (12.6A) |
| Varians | $V(X) = \sigma^2$ | (12.6B) |

Fungsi ini merupakan fungsi umum yang sering dipergunakan banyak peneliti. Untuk program Microsoft EXCEL memiliki fungsi ini NORMDIST() yang bisa langsung menghitungnya.

Contoh: Sebuah perusahaan mengalami kerugian operasional yang mengikuti distribusi normal dengan rata-rata sebesar 300 dan simpangan sebesar $\sqrt{240} = 15,4919$, sehingga rumusan distribusinya sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{15.4919\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-300)^2}{480}}$$

$$\text{Adapun } p(x \leq 100) = f(x = 100) = \frac{1}{15.4919\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(100-300)^2}{480}}$$

Sehingga persamaan tersebut bisa dibuat dalam bentuk Z normal yaitu

$$Z = (x - \mu)/\sigma = (100-300)/(15.4919) = - 12,9099$$

$$P(z < -12,9099) = 1,77648E-33$$

Nilai probabilitasnya sangat kecil.

Distribusi Lognormal

Fungsi distribusi densitas Lognormal merupakan fungsi log dari distribusi normal sehingga hasilnya bila dibuat dalam gambar tidak simetris. Sebuah variabel Y dikatakan lognormal jika $Y = e^X$, dimana X memiliki parameter yaitu μ dan σ . Adapun fungsinya sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln y - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{untuk } y \geq 0 \text{ dan } Y = e^X. \quad (12.7)$$

Adapun rata-rata dan variansnya sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad E(Y) = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}} \quad (12.8A)$$

$$\text{Varians} \quad V(Y) = e^{2\mu + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1) \quad (12.8B)$$

Fungsi lognormal ini bisa disebut sebagai fungsi pertumbuhan untuk saham. Untuk program Microsoft Excel memiliki fungsi LOGNORMDIST() yang bisa langsung menghitungnya.

Distribusi Student's t

Fungsi densitas distribusi student's t memiliki parameter n, merupakan bilangan bulat positif dan t bilangan riil sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\sqrt{n\pi} * \Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} \left(1 + \frac{t^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}} \quad (12.9)$$

Distribusi simetris disekitar t = 0.

Fungsi distribusi student's t dipergunakan sebagai alat uji untuk sampel kecil baik satu populasi maupun dua popuasi, umumnya untuk menguji perbedaan. Sebuah pembuktian matematis bahwa fungsi ini dikuadratkan (t²) akan menjadi fungsi distribusi F.

Distribusi Gamma

Fungsi distribusi densitas Gamma merupakan sebuah fungsi dsitribusi yang mempunyai parameter α dan β > 0. Adapun fungsinya sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x} \quad \text{untuk } x > 0 \quad (12.10)$$

Bila $\alpha = 1$ maka fungsi ini sama dengan fungsi eksponensial dengan parameter β .

Adapun rata-rata dan Varians dari fungsi ini sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad E(x) = \frac{\alpha}{\beta} \quad (12.11A)$$

$$\text{Varians} \quad V(X) = \frac{\alpha}{\beta^2} \quad (12.11B)$$

Distribusi Pareto

Fungsi Distribusi Pareto merupakan sebuah fungsi dimana pada kerugian sebesar 3 akan mempunyai probabilitas mendekati satu dan semakin besar kerugiannya maka semakin kecil probabilitasnya. Adapun fungsi Distribusi Pareto sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{\beta}{x} \right)^{\alpha+1} \quad \text{dimana } \alpha > 2; x \geq \beta > 0 \quad (12.12)$$

Fungsi Kumulatifnya sebagai berikut:

$$F(x) = 1 - \left(\frac{\beta}{x} \right)^\alpha \quad \text{dimana } \alpha > 2; x \geq \beta > 0 \quad (12.13)$$

Adapun rata-rata dan varians sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad E(x) = \frac{\alpha \beta^2}{\alpha - 1} \quad (12.14A)$$

$$\text{Varians} \quad V(x) = \frac{\alpha \beta^2}{\alpha - 2} - \left(\frac{\alpha \beta}{\alpha - 1} \right)^2 \quad (12.14B)$$

Adapun parameter dari distribusi ini yaitu α dan β .

Distribusi Weibull

Fungsi Distribusi Weibull merupakan sebuah fungsi dimana tailnya disebelah kanan atau semakin tipis paling kanan serta dapat diperhatikan pada Grafik berikut ini.

Adapun fungsi distribusi Weibull sebagai berikut:

$$f(x) = \alpha\beta * x^{\alpha-1} e^{-\beta*x^\alpha} \quad \text{untuk } x > 0 \quad (12.15)$$

Adapun fungsi kumulatif distribusi Weibull ini sebagai berikut:

$$F(x) = 1 - e^{-\beta*x^\alpha} \quad \text{untuk } x > 0 \quad (12.16)$$

Adapun rata-rata dan variansnya sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad E(x) = \frac{\Gamma(1 + \frac{1}{\alpha})}{\beta^{1/\alpha}} \quad (12.17A)$$

$$\text{Varians} \quad V(x) = \frac{1}{\beta^\alpha} \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)^2 \right] \quad (12.17B)$$

Distribusi Beta

Fungsi distribusi Beta merupakan sebuah fungsi yang memiliki nilai diantara [0,1], sehingga hasilnya bisa dalam bentuk persentasi atau bentuk desimal. Adapun fungsinya sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha) * \Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} \quad \text{untuk } 0 < x < 1 \quad (12.18)$$

Adapun rata-rata dan variansnya sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad E(x) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} \quad (12.19A)$$

$$\text{Varians} \quad V(x) = \frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2(\alpha + \beta + 1)} \quad (12.19B)$$

Distribusi F

Fungsi distribusi densitas F merupakan sebuah fungsi yang digunakan untuk menguji ketepatan model . Adapun fungsi densitasnya sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\beta\left(\frac{1}{2}v_1, \frac{1}{2}v_2\right)} \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{v_1/2} \frac{x^{(v_1-2)/2}}{(1 + v_1x/v_2)^{\frac{v_1+v_2-2}{v_1(v_1-4)}}}; \quad x > 0; v_1, v_2 > 0 \quad (12.20)$$

Adapun rata-rata dan variansnya sebagai berikut:

H1

$$\text{Rata-rata} \quad E(X) = \frac{v_2}{(v_2 - 2)} \quad ; v_2 > 2 \quad (12.21A)$$

$$\text{Varians} \quad V(X) = 2 * \left(\frac{v_2}{v_2 - 2}\right)^2 \frac{v_1 + v_2 - 2}{v_1(v_1 - 4)}; \quad v_1 > 4 \quad (12.21B)$$

Distribusi Extreme Value

Adapun fungsi ini umumnya digunakan untuk menghitung risiko yang dihadapi. Fungsi distribusi densitas mempunyai parameter a dan b sebagai berikut:

$$f(x/a, b) = \frac{1}{b} \exp[-(x-a)/b] \exp\{-\exp[-(x-a)/b]\} \quad , \quad b > 0 \quad (12.22)$$

Fungsi Kumulatifnya sebagai berikut:

$$F(x/a, b) = \exp\{-\exp[-(x-a)/b]\} \quad , \quad -\infty < x < \infty ; b > 0 \quad (12.23)$$

Rata-rata dan variansnya sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad E(X) = a + \gamma b \quad , \quad \text{dimana } \gamma = 0,5772156649 \quad (12.24A)$$

$$\text{Varians} \quad V(X) = b^2 \pi^2 / 6 \quad (12.24B)$$

Distibusi Logistik

Fungsi distribusi Logistik mempunyai parameter lokasi a dan parameter skala k sebagai berikut:

$$f(x, a, b) = \frac{e^{-\frac{x-a}{k}}}{k(1 + e^{-\frac{x-a}{k}})^2}, \text{ x kuantitas riil} \quad (12.25)$$

Bila $a = 0$ dan $k = 1$, fungsi ini kelihatan merupakan keluarga fungsi distribusi Normal.

Adapun fungsi kumulatifnya sebagai berikut:

$$F(X) = 1 - \frac{1}{1 + e^{\frac{x-a}{k}}} = \frac{1}{1 + e^{-\frac{x-a}{k}}} \quad (12.26)$$

Adapun rata-rata dan varians sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad E(X) = 0 \quad (12.27A)$$

$$\text{Varians} \quad V(X) = \frac{\pi^2}{3} \quad (12.27B)$$

Sangat menarik bila mendiskusikan fungsi distribusi tersebut tetapi diperlukan pemahaman matematik yang cukup tinggi. Tetapi fungsi yang dijelaskan sebelumnya sudah merupakan fungsi yang biasa dipakai.

Daftar Pustaka

Chernobai, A. S., S. T. Rachev dan F. J. Fabozzi (2007); *Operational Risk: A Guide to Basel II Capital Requirement, Models and Analysis*, John Wiley & Sons.

Hoffman, D. G. (2002); *Managing Operational Risk: 20 Firmwide Best Practice Strategies*; John Wiley & Sons.

Jack L. King (2001); *Operational Risk: Measurement and Modelling*; John Wiley & Sons

Lewis, Nigel Da Costa (2004); *Operational Risk : Applied Statistical Methods for Risk management*; John Wiley & Sons Inc.

Manurung, Adler H. (2014); *Pengukuran Risiko*; PT Adler Manurung Press.

Shevchenko, P. (2011); *Modelling Operational Risk Using Bayesian Inference*, Springer – Verlag