

PERHITUNGAN TINGKAT RISIKO CYBER PADA LAYANAN KEUANGAN DIGITAL BERDASARKAN BIAYA KERUGIAN AGREGAT

Putri Chaerunnisa Febryanti^{1)*}, Betty Subartini²⁾, Riaman³⁾

^{1), 2), 3)} Prodi Matematika FMIPA Universitas Padjadjaran,
Jl Ir Soekarno Bandung-Sumedang Km 21, 45360.

* putri19041@mail.unpad.ac.id

Abstract

The financial sector has innovations that will change the foundation of central banking and revolutionize all users of financial services, namely Financial Technology (FinTech). The application of FinTech has resulted in technology and communication-based crimes increasing rapidly. Based on data from the Honeynest Project from BSSN - IHP in May-November 2018, Indonesia received 12,895,554 cyber attacks. This study aims to estimate the level of cyber risk based on the aggregate cost of losses in digital financial services based on an operational model that can minimize the required capital. This study uses a quantitative approach by calculating the frequency of incidents of cyber attacks following the Poisson distribution, the distribution of losses following the exponential distribution function, and calculating the amount of aggregate losses. The results of the study show that the Poisson distribution and exponential distribution can be used to measure cyber risk based on the aggregate loss cost, with the largest aggregate loss cost of Rp. 2,925,235.49.

Keywords: Cyber Risk, Cyber Attack, Financial Technology.

Abstrak

Sektor keuangan memiliki inovasi yang akan mengubah fondasi perbankan sentral dan merevolusi semua pengguna jasa keuangan, yaitu Financial Technology (FinTech). Penerapan FinTech mengakibatkan kejahatan berbasis teknologi dan komunikasi pun meningkat pesat. Berdasarkan data dari Honeynest Project dari BSSN – IHP pada Bulan Mei-November 2018, Indonesia mendapatkan 12.895.554 serangan cyber. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi tingkat risiko cyber berdasarkan biaya kerugian agregat pada layanan keuangan digital berdasarkan model operasional yang dapat meminimalkan modal yang diperlukan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menghitung frekuensi kejadian serangan cyber mengikuti distribusi Poisson, distribusi kerugian mengikuti fungsi distribusi eksponensial, serta perhitungan besarnya kerugian agregat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi Poisson dan distribusi eksponensial dapat digunakan untuk mengukur risiko

cyber berdasarkan biaya kerugian agregat, dengan biaya kerugian agregat terbesar adalah sebesar Rp2.925.235,49.

Kata kunci: *Risiko Cyber, Serangan Cyber, Financial Technology*

PENDAHULUAN

Sektor keuangan memegang peranan penting dalam perekonomian dan merupakan sektor yang terus berkembang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Menurut Carney (2016), inovasi sektor keuangan akan mengubah fondasi perbankan sentral dan merevolusi semua pengguna jasa keuangan. Inovasi tersebut adalah *Financial Technology (FinTech)*. *FinTech* diharapkan dapat membuat proses transaksi keuangan ini meliputi pembayaran, peminjaman uang, transfer, ataupun jual beli saham menjadi lebih efektif dan efisien. Meskipun penerapan *FinTech* diikuti oleh teknologi *blockchain* yang digunakan untuk keamanan, namun peristiwa seperti serangan *cyber* tidak dapat dihindari. Tujuan dari serangan *cyber* itu sendiri adalah untuk merusak hingga menghancurkan sistem *cyber* baik pada jaringan komputer maupun internet. Adaptasi *FinTech* di sektor keuangan juga pada akhirnya mengantarkan banyak perusahaan *FinTech* mengeluarkan digital *currency* dan digital *wallet*nya sendiri guna mempermudah transaksi keuangan. Contoh *FinTech* di sektor keuangan yang banyak digunakan pada saat ini adalah Dana, Flip, Gopay, OVO, dan sebagainya. Oleh karena itu, regulator mewajibkan bank dan perusahaan asuransi untuk menanggung risiko modal untuk kerugian operasional yang mungkin timbul dari serangan *cyber*. Model risiko operasional dapat meminimalkan modal yang diperlukan untuk memproyeksikan risiko operasional dan dengan demikian memungkinkan penggunaan modal yang diperlukan untuk operasi perbankan secara lebih efisien dan lebih tepat sasaran (Lesmana, 2017).

METODE PENELITIAN

Financial Technology

Financial Technology atau keuangan digital adalah layanan keuangan yang disediakan melalui infrastruktur digital seperti telepon seluler dan internet, dengan uang tunai minimal dan cabang perbankan tradisional (McKinsey, 2016). *Financial Technology* mencakup semua tipe jasa keuangan (pembayaran, kredit, tabungan, asuransi, dan semua produk keuangan), semua tipe pengguna layanan keuangan (individu pada semua level pendapatan, pelaku usaha pada semua skala usaha, dan pemerintah), serta semua tipe penyedia jasa keuangan (bank, penyedia jasa pembayaran, *financial technology start-ups*, *retailer*, perusahaan telekomunikasi, dan institusi keuangan lainnya). Berdasarkan keterlibatannya, *financial technology* dapat dibedakan menjadi segmen pembiayaan, pengelolaan aset, pembayaran, dan fungsi *financial technology* lainnya.

Risiko

Menurut Peraturan BI No. 5/8/PBI/2003, Risiko adalah potensi kerugian akibat terjadinya suatu peristiwa tertentu. Kemudian, menurut Peraturan BI No.11/25/PBI/2009, Risiko terbagi kedalam 8 jenis, yaitu risiko kredit, risiko pasar, risiko operasional, risiko likuiditas, risiko kepatuhan, risiko hukum, risiko reputasi, dan risiko strategis.

Risiko Cyber

Risiko *cyber* dapat didefinisikan sebagai suatu risiko operasional terhadap aset informasi

dan teknologi yang mampu memengaruhi kerahasiaan, ketersediaan, integritas, maupun sistem informasi (Cebula and Young, 2010). Risiko *cyber* tidak selalu berbentuk serangan *cyber* (*cyber attack*) yang bermaksud jahat, namun ada juga insiden *cyber* (*cyber incidents*), seperti pembaruan perangkat lunak.

Transaksi Berbasis Internet

Transaksi berbasis internet meliputi transaksi keuangan melalui pembayaran digital dan layanan *e-Banking*. Sistem pembayaran digital menyediakan metode pembayaran untuk pembelian barang dan jasa melalui internet. Selanjutnya, layanan *e-Banking* adalah layanan perbankan yang meliputi *Internet Banking*, *Mobile Banking*, *SMS Banking*, dan *Phone Banking*.

Variabel Acak

Variabel acak adalah variabel yang nilainya ditentukan secara acak. Variabel acak terdiri dari variabel acak diskrit dan variabel acak kontinu. Variabel acak dikatakan variabel acak diskrit jika ruangnya terbatas atau dapat dihitung (Sitopu. J. W, 2022). Misalkan X adalah variabel acak diskrit dengan ruang S , fungsi kepadatan peluang X diberikan oleh:

$$p_x(x) = P(X = x), x \in S, \quad (1)$$

dan memenuhi dua sifat pada persamaan (2) berikut:

$$\sum_{i=1}^n p_{x_i}(x_i) = 1 \text{ dan } 0 \leq p_x(x) \leq 1, \quad (2)$$

Selanjutnya, variabel acak kontinu adalah variabel acak yang menghasilkan semua nilai yang berskala kontinu (Pratikno et al., 2020).

Fungsi kepadatan peluang pada variabel acak kontinu memenuhi persyaratan pada persamaan (3) sampai (5) berikut:

$$F(x) \geq 0 \forall x \in R, \quad (3)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1, \quad (4)$$

$$P(a < X < b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx, \quad (5)$$

Distribusi Poisson

Distribusi Poisson digunakan berkenaan dengan banyaknya peristiwa yang terjadi pada selang waktu atau area tertentu. Distribusi Poisson mempunyai karakteristik yaitu peubah acaknya diskrit dan informasi mengenai besarnya nilai rata – rata dari suatu kejadian dalam suatu interval waktu tertentu (μ). Menurut Sugito (2011), persamaan dari distribusi Poisson ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$P(X = x) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!}, \text{ untuk } x = 0,1,2, \dots \quad (6)$$

dengan:

x : bilangan cacah

e : bilangan eksponensial = 2,718281...

μ : rata – rata dari suatu kejadian dalam suatu interval waktu tertentu.

Ekspektasi dan varians dari distribusi Poisson adalah:

$$E[X] = \mu, \quad (7)$$

$$Var[X] = \mu. \quad (8)$$

Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial menggambarkan probabilitas waktu tunggu antar peristiwa dalam distribusi Poisson. Menurut Sugito (2011), variabel acak kontinu X berdistribusi eksponensial dengan parameter $\lambda > 0$, jika mempunyai fungsi distribusi berikut:

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & x > 0 \\ 0, & x \text{ lainnya} \end{cases} \quad (9)$$

dengan:

$\lambda = \frac{1}{\mu}$: parameter skala distribusi eskponensial.

Fungsi distribusi kumulatifnya adalah:

$$F(X; \lambda) = 1 - e^{-\lambda x} \quad (10)$$

Ekspektasi dan varians dari distribusi eksponensial adalah:

$$E(x) = \frac{1}{\lambda} \quad (11)$$

$$V(x) = \frac{1}{\lambda^2} \quad (12)$$

Prosedur Uji Chi-Square

Chi-Square adalah variabel acak kontinu yang berhubungan dengan suatu item atau respon yang dapat dibagi menjadi beberapa kategori. Tujuan dari metode uji Chi-Square adalah untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah pengamatan suatu objek atau respon spesifik dari setiap klasifikasi terhadap nilai harapannya berdasarkan hipotesis nol. Menurut Napitupulu (2009), prosedur uji chi-square adalah seperti berikut:

Menentukan formulasi hipotesis.

H_0 : model yang diujikan mengikuti suatu distribusi tertentu

H_1 : model yang diujikan mengikuti distribusi lainnya

Menentukan taraf signifikansi (α) dan nilai χ^2 dengan menghitung derajat bebas menggunakan rumus $n - k - 1$.

Menentukan nilai tabel berdasarkan tabel Chi-Square.

Menentukan kriteria pengujian

H_0 diterima apabila nilai uji statistik \leq nilai chi-tabel

Menentukan nilai uji statistik menggunakan persamaan:

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^n \left[\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right] \quad (13)$$

dengan:

O_i : nilai pengamatan yang diperoleh pada kategori ke-i.

E_i : nilai harapan (*expected value*) pada kategori ke-i.

Penarikan kesimpulan berdasarkan kriteria pengujian.

Objek Penelitian

Pada penelitian ini, objek penelitian yang digunakan adalah tingkat risiko *cyber* berdasarkan histori kerugian layanan perusahaan *FinTech* yang dihitung dari banyaknya kejadian serangan *cyber* sebelum pandemi covid-19,

yaitu tahun 2010 – 2018 yang diasumsikan sama dan mengakibatkan adanya kerugian perusahaan yang dilansir dari situs Kaggle.

Tahapan Analisis Data

- 1) Mengumpulkan data perusahaan layanan keuangan global yang mengalami serangan *cyber* dan terhimpun dalam situs Kaggle selama periode 2010 – 2018.
- 2) Membuat asumsi model untuk frekuensi kejadian serangan *cyber* menggunakan distribusi Poisson.
- 3) Membuat asumsi model dan menghitung distribusi kerugian menggunakan fungsi distribusi eksponensial.
- 4) Menguji kecocokan model dengan menggunakan uji chi-square seperti pada persamaan (13) dengan bantuan software Microsoft Excel 2019.
- 5) Membuat model untuk distribusi kerugian agregat.
- 6) Menghitung probabilitas frekuensi kejadian dengan menggunakan *generated random number* yang dibangkitkan menggunakan software R Studio dengan syntax $RPOISS < -(n, \mu)$, dengan n menyatakan banyaknya bilangan acak yang dibangkitkan, dan μ adalah parameter Poisson.
- 7) Menghitung probabilitas distribusi kerugian dengan menggunakan *uniform generated random number* yang dibangkitkan menggunakan software R dengan syntax $RUNIF < -9n, min = x, max = y$, dengan n menyatakan banyaknya bilangan acak yang dibangkitkan, x adalah bilangan acak minimum, dan y adalah bilangan acak maksimum.
- 8) Melakukan simulasi sebanyak 1.000 kali.
- 9) Mengurutkan kerugian berdasarkan yang terbesar.
- 10) Menentukan risiko berdasarkan kerugian yang terbesar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Data yang digunakan bersumber dari data jumlah penyedia layanan keuangan digital yang mengalami serangan *cyber* dan diperoleh dari situs Kaggle selama periode 2010 – 2018 (Sebelum Covid-19) dan didapatkan berjumlah 60 serangan *cyber*, dengan rata – rata banyaknya serangan *cyber* pertahun (μ) yaitu 6,67.

Asumsi Model Frekuensi Kejadian

Model frekuensi serangan *cyber* dianalisa per tahun. Diasumsikan bahwa frekuensi mengikuti distribusi Poisson. Probabilitas x kejadian serangan *cyber* dinyatakan dalam fungsi:

$$p(x_i) = \frac{e^{-\mu} \mu^{x_i}}{x_i!} \quad (14)$$

dengan:

μ : rata – rata peristiwa serangan *cyber* selama periode 9 tahun, yaitu 6,67.

x_i : kemungkinan terjadinya serangan *cyber* per tahun, dengan $i = 0, 1, \dots, 10$.

e : bilangan eksponensial = 2,718281...

Asumsi Model Distribusi Kerugian

Model distribusi frekuensi kerugian diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial. Distribusi kerugian dinyatakan dalam fungsi:

$$q(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad (15)$$

Distribusi kerugian kumulatifnya adalah:

$$Q(x; \lambda) = 1 - e^{-\lambda x} \quad (16)$$

dengan:

$\lambda = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{6,67} = 0,15$: parameter skala untuk rata – rata peristiwa serangan *cyber* selama periode 9 tahun.

x : besarnya distribusi kerugian dari peristiwa yang terjadi

e : bilangan eksponensial = 2,718281...

Uji Kecocokan Asumsi Model Frekuensi Kejadian

Uji kecocokan asumsi model frekuensi kejadian yang diasumsikan mengikuti distribusi Poisson, dengan menggunakan *software* Microsoft Excel 2019, diperoleh hasil uji kecocokan asumsi model pada Tabel 1 memiliki nilai uji statistik $(\chi^2) \geq$ nilai chi-tabel $(\chi^2_{(0,05)(7)})$ yaitu 14,067, yang menunjukkan bahwa frekuensi kejadian benar mengikuti distribusi Poisson.

Tabel 1. Hasil uji statistik chi-square untuk asumsi model frekuensi kejadian

x_i	$p(x_i)$	O_i	E_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
0	0,0014	0	0,0128	0,0128
1	0,0093	0	0,0838	0,0838
2	0,0306	0	0,2741	0,2741
3	0,0668	1	0,5965	
4	0,1094	1	0,9730	0,0007
5	0,1435	1	1,2708	0,0577
6	0,1568	3	1,3864	1,8780
7	0,1468	0	1,2999	
8	0,1203	0	1,0683	1,0683
9	0,0876	1	0,7810	0,0614
10	0,0575	2	0,5138	4,2996
Jumlah	0,8726	9	7,7468	7,7365

Uji Kecocokan Asumsi Model Distribusi Kerugian

Uji kecocokan asumsi model distribusi kerugian yang diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial, dengan menggunakan *software* Microsoft Excel 2019, diperoleh hasil uji

kecocokan asumsi model pada Tabel 2 memiliki nilai uji statistik $(\chi^2) \geq$ nilai chi-tabel $(\chi^2_{(0,05)(2)})$ yaitu 5,991, yang menunjukkan bahwa distribusi kerugian benar mengikuti distribusi eksponensial.

Tabel 2. Hasil uji statistik chi-square untuk asumsi model distribusi kerugian

p	Interval Kelas	x_p	$q(x_p)$	$Q(x_p; \lambda)$	O_p	E_p	$\frac{(O_p - E_p)^2}{E_p}$	
1	0 – 3	3	0,09	$Q(X \leq 3)$	0,36	1	1,08	0,007
p	Interval Kelas	x_p	$q(x_p)$	$Q(x_p; \lambda)$	O_p	E_p	$\frac{(O_p - E_p)^2}{E_p}$	
2	3 – 5	5	0,07	$Q(X \leq 5)$	0,52	2	2,11	0,005
3	5 – 7	7	0,05	$Q(X \leq 7)$	0,65	3	3,90	0,207
4	7 – 10	10	0,03	$Q(X \leq 10)$	0,77	3	6,99	2,279
Jumlah					9	14,09	2,500	

Model Distribusi Kerugian Agregat

Berdasarkan asumsi model dan uji kecocokan yang ditunjukkan oleh Tabel 1 dan Tabel 2, didapatkan distribusi Poisson dengan parameter (μ) dan distribusi eksponensial dengan parameter lambda (λ). Parameter tersebut akan digunakan pada perhitungan distribusi kerugian agregat dengan cara mengombinasikan kedua distribusi, sehingga terbentuklah sebuah distribusi kerugian agregat yang berdistribusi Poisson atau Eksponensial. Total kerugiannya adalah:

$$f(K_x, L_x) = \frac{e^{-\mu} \mu^{K_x}}{K_x!} + (\lambda e^{-\lambda L_x}) \quad (17)$$

dengan:

μ : rata-rata serangan *cyber* per tahun.

K_x : banyaknya serangan yang terjadi

L_x : besar distribusi kerugian

λ : parameter skala untuk distribusi kerugian.

Simulasi Perhitungan Biaya Kerugian Agregat

- 1) Menghitung besarnya rata-rata kerugian (μ) berdasarkan rata – rata kejadian serangan *cyber* pertahun didapatkan $\mu = 6,67$.
- 2) Frekuensi kejadian mengikuti distribusi Poisson dan distribusi kerugian mengikuti distribusi eksponensial.
- 3) Dengan menggunakan parameter data rata-rata frekuensi distribusi Poisson dan rata-rata kerugian distribusi eksponensial, dilakukan simulasi dengan menggunakan parameter Poisson ($\mu = 6,67$) dan parameter skala eksponensial ($\lambda = 0,15$).
- 4) Melakukan pembangkitan bilangan acak yang menyatakan banyaknya serangan yang terjadi dan distribusi kerugian.
- 5) Menghitung total kerugian agregat dan 3 perhitungan pertamanya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi perhitungan biaya kerugian agregat

No	K_x	$(P(x = K_x))$	L_x	$(P(x = L_x))$	$f(K_x; L_x)$	Total Biaya Kerugian Agregat (Rp)
1	5	0,1397	0,788 3	0,1115	0,2512	2.511.806,18
2	9	0,0912	0,409 0	0,0595	0,1507	1.507.289,99
3	6	0,1552	0,883 0	0,1241	0,2792	2.792.314,26
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
86	6	0,1552	0,985 0	0,1373	0,2925	2.925.235,49
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100 0	4	0,1047	0,108 8	0,0162	0,1209	1.209.348,33

6) Setelah diurutkan dari 1000 perhitungan, didapatkan total biaya kerugian agregat terbesarnya adalah Rp2.925.235,49.

perusahaan penyedia layanan keuangan digital dapat memaksimalkan model operasional agar menjadi lebih efektif.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model distribusi Poisson dan distribusi eksponensial dapat digunakan untuk pengukuran risiko *cyber* berdasarkan biaya kerugian agregat. Perhitungan uji kecocokan asumsi model menggunakan uji chi-square menunjukkan bahwa frekuensi kejadian dapat dihitung mengikuti model distribusi Poisson, dan juga distribusi kerugian dapat dihitung mengikuti model distribusi eksponensial. Oleh karena itu, maka distribusi kerugian agregat pun dapat dihitung mengikuti model distribusi Poisson/eksponensial. Kemudian, berdasarkan simulasi perhitungan didapatkan estimasi besarnya potensi kerugian yang ditanggung oleh layanan keuangan dikarenakan adanya serangan *cyber* adalah sebesar Rp2.925.235,49. Dengan diketahui besarnya potensi kerugian ini,

DAFTAR PUSTAKA

Carney, M. 2016.”Enabling the FinTech transformation: Revolution, Restoration, or Reformation?”, in *BoE Speech*.

Cebula, J. J. and Young, L. R. 2010. “A Taxonomy of Operational Cyber Security Risks”. *Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh Pa Software Engineering Inst.* (December), pp. 1 – 47.

Kaggle (no date) *Cyber Attack*. [Online] Tersedia: <https://www.kaggle.com/datasets/rileyrinidad/cyber-attacks-20102018>.. [09 Maret 2023, pukul 04.46 WIB.]

- Lesmana, I. 2017. “Risiko Operasional Bank dan Permodelannya (Bank’s Operational Risk and Its Modelling)”. *Journal of Accounting and Governance*. Vol 1, pp. 1-16.
- McKinsey. 2016. “Unlocking Indonesia’s Digital Opportunity”, in *McKinsey & Company*.
- Napitupulu, S.J. et al.2009. “Pengukuran Risiko Operasional dengan Metode Aggregating Value At Risk”
- Peraturan Bank Indonesia Nomor 5 Tahun 2003 Tentang Manajemen Risiko Bagi Bank Umum Gubernur Bank Indonesia*. [Online] Tersedia: <https://www.bi.go.id/id/publikasi/peraturan/default.aspx>. [07 Januari 2023]
- Peraturan Bank Indonesia Nomor 11 Tahun 2009 Tentang Manajemen Risiko Bagi Bank Umum*. [Online] Tersedia: <https://www.bi.go.id/id/publikasi/peraturan/default.aspx>. [07 Januari 2023]
- Pratikno, A.S., Pratiwi A. A. and Ramahwati, S. 2020. “Sebaran Peluang Acak Kontinu, Distribusi Normal, Distribusi Normal Baku, Distribusi T, Distribusi Chi Square, dan Distribusi F”. *Osf Preprints*. Vol. 27(3), pp. 1–5.
- Sitopu J. W. 2022. “Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika Fungsi Pembangkit Momen dari Distribusi Probabilitas Diskrit Distribusi probabilitas merupakan suatu model yang dan 2) kondisi kondisi dari model distribusi percobaan . Distribusi probabilitas tersebut mungkin”. Vol. 5(c), pp. 144–153.
- Sugito, M. A. M. 2011. *Distribusi Poisson Pendahuluan, Media Statistika*.

