

## **Analisis Tipe Kompetisi, Dinamika Kestabilan dan Peramalan Perolehan Laba Bersih Lembaga Keuangan Bank**

**Sri Wahyuni Jamal<sup>1</sup>**

[swj579@umkt.ac.id](mailto:swj579@umkt.ac.id), Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

**Suparno<sup>2</sup>**

[soeparno.daga@gmail.com](mailto:soeparno.daga@gmail.com), Alumni Universitas Gadjah Mada

**Fenty Fauziah<sup>3</sup>**

[ff230@umkt.ac.id](mailto:ff230@umkt.ac.id), Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

**Marsha Anindita<sup>4</sup>**

[ma364@umkt.ac.id](mailto:ma364@umkt.ac.id), Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

### **Abstrak**

Kompetisi di dalam dunia bisnis adalah hal yang tidak dapat dihindari, misalnya kompetisi di sektor perbankan. Pada sektor ini, kompetisi potensial dalam mendorong dunia usaha agar lebih kompetitif, dan juga meningkatkan efisiensi dan kesehatan bank. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis tipe kompetisi dan kestabilan yang terjadi di antara bank BNI dan Mandiri menggunakan pendekatan model kompetisi Lotka-Volterra. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tipe kompetisi yang berlangsung antara bank BNI dan Mandiri adalah tipe prei-predator, di mana bank BNI bertindak sebagai prei, sedangkan bank Mandiri bertindak sebagai predator. Kestabilan yang berlangsung di antara kedua bank bersifat stabil. Selain itu, hasil peramalan laba bersih di masa mendatang menunjukkan bahwa perolehan laba bersih bank BNI cenderung mengalami penurunan untuk periode sepuluh tahun ke depan, dan setelahnya akan stabil. Sebaliknya, perolehan laba bersih bank Mandiri mengalami peningkatan untuk periode tiga tahun ke depan, dengan perolehan laba bersih maksimum diperoleh pada tahun 2025, dan setelahnya stabil. Oleh karena itu, baik bank BNI maupun bank Mandiri harus mengambil sebuah kebijakan untuk mengatasi perolehan laba bersih yang berpeluang mengalami stagnasi di masa mendatang.

**Kata Kunci:** bank, kompetisi, laba bersih, Lotka-Volterra, prei-predator, stabil.

### ***Analysis of Competition Type, Stability Dynamics and Forecasting Net Income of Bank Financial Institutions***

#### ***Abstract***

*Competition in the business world is something that cannot be avoided, for example competition in the banking sector. In this sector, competition has the potential to encourage the business world to be more competitive, and also improve the efficiency and health of banks. The aim of this research is to analyze the competition type and stability that occur between bank BNI and Mandiri using the Lotka-Volterra competition model approach. The results of this research indicate that the competition type between bank BNI and Mandiri is predator-prey type, where BNI acts as a prey, while Mandiri acts as a predator. The stability of two competing banks is stable. In addition, the results of future net income forecasting show that BNI's net income tends to decline over the next ten years, and after that it will be stable. On the other hand, Mandiri's net income will increase over the next three years, with maximum net income obtained in 2025, and after that it will be stable. Therefore, both of them must adopt a policy to overcome net income which is likely to experience stagnation in the future.*

**Keywords:** bank, competition, Lotka-Volterra, net income, predator-prey, stable.

## PENDAHULUAN

Literatur keuangan menyoroti peran penting lembaga keuangan sebagai perantara dalam saluran transmisi moneter (Fukuyama *et al.*, 2021). Hal ini didokumentasikan dengan baik oleh sejumlah penelitian yang menekankan pentingnya peran lembaga keuangan dalam perekonomian riil (Bernanke & Gertler, 1989, 1995; Holmstrom & Tirole, 1997). Salah satu lembaga keuangan yang banyak digunakan di berbagai negara adalah bank. Bank merupakan sebuah lembaga keuangan dan perantara yang menerima simpanan, memberikan pinjaman dan berpartisipasi aktif dalam derivatif pasar saham sebagai penghubung antara pelanggan (individu atau perusahaan) yang kekurangan modal dan pelanggan (individu atau perusahaan) yang memiliki kelebihan modal (Comes, 2012).

Fungsi utama perbankan Indonesia adalah sebagai penghimpun dan penyalur dana masyarakat, serta bertujuan menunjang pelaksanaan pembangunan nasional dalam rangka meningkatkan pemerataan, pertumbuhan ekonomi, dan stabilitas nasional ke arah peningkatan kesejahteraan masyarakat (OJK, 2017). Di sisi lain, tujuan utama lembaga keuangan adalah untuk memaksimalkan keuntungan di mana bank mengumpulkan dana pada tingkat yang lebih rendah, dan memberikan pinjaman pada tingkat pengembalian yang lebih besar (Rivai *et al.*, 2007). Dalam aktivitasnya, setiap lembaga keuangan mengharapkan sebuah tren pertumbuhan positif. Oleh sebab itu, untuk dapat terus tumbuh dan bersaing, maka setiap bank perlu menjaga kestabilan laba yang diperoleh pada tiap periode. Secara umum, perubahan diperlukan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi ekonomi dan peraturan, yang sering kali bersifat drastis (Smith & Walter, 2003).

Sistem operasi pada masing-masing bank (bagaimana memperoleh, menggunakan, dan mengelola dana untuk menghasilkan laba) hampir sama di seluruh dunia (Mishkin, 2004). Secara umum, laba diperoleh dari pendapatan dikurangi dengan beban (Daly, 2002). Sebagian besar pendapatan operasional bank dihasilkan dari bunga atas asetnya, khususnya pinjaman. Pendapatan bunga berfluktuasi sesuai tingkat suku bunga, sehingga persentase pendapatan operasional tertinggi ketika suku bunga berada pada tingkat puncak. Pendapatan bersih, lebih sering disebut sebagai laba bersih setelah pajak, adalah angka yang secara langsung menunjukkan seberapa baik kinerja bank karena merupakan jumlah yang tersedia untuk disimpan sebagai laba ditahan atau dibayarkan kepada pemegang saham sebagai dividen (Mishkin, 2004).

Pada awal Desember 2019, di kota Wuhan, Tiongkok, virus Corona baru (Covid-19) pertama kali dilaporkan (Demir & Danisman, 2021; Padhan & Prabheesh, 2021). Sejak pertama kali muncul, Covid-19 telah mendatangkan malapetaka di seluruh dunia karena merupakan infeksi virus yang sangat mudah menular dan bersifat patogen (Zaremba *et al.*, 2020). Adanya pandemi Covid-19 mengakibatkan gangguan ekonomi yang luas dan guncangan permintaan di pasar keuangan (Goldstein *et al.*, 2021). Misalnya, laba perbankan di Indonesia (khususnya BNI dan Mandiri) pada tahun 2020 mengalami penurunan (BNI, 2021; Mandiri, 2021). Oleh karena itu, kita dapat mengatakan bahwa pandemi ini telah mempengaruhi lembaga keuangan (Hassan *et al.*, 2022) yang sangat penting bagi perekonomian. Bank mempunyai peran yang lebih krusial dalam pertumbuhan ekonomi (Barth *et al.*, 2004). Di sisi yang lain, bank menghadapi risiko kredit, sebuah risiko utama (Boubaker *et al.*, 2016) yang memainkan peran penting dalam kelangsungan dan stabilitas bank (Giesecke, 2004).

Literatur ekonomi memberikan banyak perhatian pada kinerja bank, yang dinyatakan dalam kompetisi, konsentrasi, efisiensi, produktivitas dan profitabilitas. Alasan utamanya adalah bank dipandang istimewa karena sangat berperan penting dalam memberikan kredit kepada perusahaan (Bikker & Bos, 2008). Bank juga dianggap penting karena sebagai tempat berlindung yang aman bagi mereka yang kelebihan dana, dan penyedia kredit bagi rumah tangga, perusahaan kecil dan menengah, korporasi dan pemerintah dalam sistem keuangan dan perekonomian riil (Berger *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait fenomena kompetisi di berbagai sektor ekonomi, khususnya bank. Misalnya, hipotesis “stabilitas-kompetisi” (Boyd & De Nicoló, 2005) berpendapat bahwa kompetisi yang lebih ketat berkontribusi terhadap stabilitas keuangan di sektor perbankan. Prinsip yang mendukung teori ini adalah bahwa ketika tekanan terhadap bank untuk berkompetisi meningkat, suku bunga pinjaman akan menurun, sehingga menguntungkan tingkat risiko kredit bank. Sebaliknya, hipotesis “kerapuhan-kompetisi” (Keeley, 1990) berpendapat bahwa meningkatnya kompetisi berdampak negatif terhadap stabilitas sistem keuangan. Alasan dibalik ini adalah bahwa pencarian imbal hasil (*yield*) yang dilakukan perbankan justru mengarah pada pengambilan risiko yang berlebihan, yang pada akhirnya berdampak negatif pada ketahanan sektor perbankan. Penelitian lain menunjukkan bahwa kompetisi dapat menyebabkan penurunan profitabilitas bank, dan mengurangi dana yang tersedia untuk pembayaran dalam bentuk dividen (Hoberg *et al.*, 2014).

Selain itu, penelitian (Beck *et al.*, 2013) menemukan bahwa dampak dari kompetisi secara teori lebih tidak jelas, dan kompetisi di sektor perbankan mempunyai dampak baik dan buruk terhadap stabilitas keuangan. Kualitas produk keuangan ditentukan oleh moral *hazard* dan derajat kompetisi yang berkaitan dengan derajat inovasi dan akuisisi nasabah, sehingga dapat mengganggu stabilitas keuangan. Adanya fenomena kompetisi menyebabkan bank harus melakukan lebih banyak inovasi, meningkatkan kredit, dan alokasi pinjaman (Barbosa *et al.*, 2015; Braun *et al.*, 2019; Chaibi & Ftiti, 2015; Ekananda, 2019).

Kompetisi di sektor perbankan juga sering kali dianggap menguntungkan nasabah bank, karena kompetisi meningkatkan pilihan yang tersedia dan berkontribusi terhadap penurunan suku bunga pinjaman dan kenaikan suku bunga simpanan (Ferreira, 2023). Pada dasarnya, terdapat dua hipotesis utama terkait kompetisi yang telah diidentifikasi. Hipotesis “kerapuhan-kompetisi” memandang kompetisi mengurangi stabilitas karena mendorong bank untuk meningkatkan risiko dan beroperasi dengan penyangga modal yang rendah, sehingga menyoroti potensi *trade-off* antara kompetisi dan stabilitas (Anhert & Martinez-Miera, 2021; Horvath *et al.*, 2016). Hipotesis “stabilitas-kompetisi” memandang konsolidasi keuangan sebagai peningkatan stabilitas, yaitu melalui penyangga modal yang lebih tinggi dan tingkat diversifikasi yang lebih besar (Goetz, 2018; Schaeck & Cihák, 2014). Berdasarkan beberapa penelitian di atas, penting untuk mengetahui tipe kompetisi dan stabilitas yang terjadi di antara bank. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini mencakup tipe kompetisi dan stabilitas yang terjadi di antara dua bank milik negara di Indonesia.

Berbeda dengan penelitian lainnya, penelitian ini mencoba menawarkan sebuah pendekatan baru dalam menganalisis fenomena kompetisi yang terjadi antara bank. Pendekatan yang kami gunakan merupakan sebuah pendekatan model matematika kompetisi Lotka-Volterra. Melalui model ini, kita dapat menentukan tipe kompetisi (*prei-predator*, kompetisi

murni, mutualisme, komensalisme, netralisme dan amensalisme) yang terjadi melalui parameter kompetisi di dalam model, kestabilan model melalui nilai eigen yang dihasilkan dan peramalannya di masa mendatang. Model ini pertama kali diperkenalkan oleh Alfred J. Lotka dan Vito Volterra pada tahun 1920 (Hastings, 2013). Model Lotka-Volterra merupakan sebuah model yang mendeskripsikan kompetisi antara dua spesies untuk mendapatkan sumber makanan. Selain memuat dua populasi, model ini juga memuat enam parameter model dengan dua parameter kompetisi. Selanjutnya, kompetisi ini dapat muncul antara dua atau lebih spesies yang sama dan juga spesies yang berbeda (Fatmawati *et al.*, 2019). Pada kenyataannya, model ini telah banyak dipakai untuk menganalisis fenomena kompetisi yang muncul di berbagai bidang, misalnya di bidang biologi, epidemiologi, teknologi, ekonomi dan lain sebagainya (Comes, 2012; Jamal & Suparno, 2022; Kim *et al.*, 2006; Lakka *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2005; Michalakelis *et al.*, 2012; Morris & Pratt, 2003).

Oleh karena itu, penelitian ini memiliki dua tujuan utama: (1) menentukan tipe kompetisi yang terjadi antara dua bank yang berkompetisi; dan (2) menentukan kestabilan model kompetisi yang diperoleh, dan juga melakukan peramalan terkait dinamika kompetisi antara kedua bank di masa mendatang berdasarkan data historis. Data historis yang kami gunakan adalah data laba bersih setelah pajak yang diperoleh bank Mandiri dan bank BNI periode 2011-2022. Jumlah data tersebut adalah sebanyak 12 data. Data-data tersebut diperoleh melalui laporan tahunan kedua bank yang dipublikasi secara resmi di situs masing-masing bank.

Sisa penelitian ini disusun sebagai berikut. Bagian kedua lebih mendalami tinjauan pustaka, sedangkan bagian ketiga disajikan data historis dan metode penelitian. Pada bagian ini, kami menyajikan deskripsi singkat tentang data historis, dan juga menjelaskan tahap-tahap dari metodologi yang digunakan. Pada bagian keempat disajikan hasil dan pembahasan. Bagian ini dibagi menjadi dua bagian. Pertama, kami menyajikan hasil estimasi perolehan laba bersih setelah pajak. Kedua, kami menyajikan hasil peramalan perolehan laba bersih setelah pajak dan sifat kestabilannya. Akhirnya, bagian terakhir adalah menyimpulkan.

## TINJAUAN PUSTAKA

Secara umum, perubahan diperlukan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi ekonomi dan peraturan, yang sering kali bersifat drastis. Pesaing-pesaing baru terus bermunculan, terutama pada periode pertumbuhan ekonomi yang pesat, adanya peluang, dan campur tangan pemerintah yang relatif kecil (Smith & Walter, 2003). Kompetisi sering kali dipandang sebagai kekuatan positif, namun di sisi lain kompetisi dapat menurunkan sumber utama keuntungan bank (Kabir & Worthington, 2017). Bank dengan kekuatan pasar yang tinggi dapat menyebabkan tingkat ketidakstabilan yang lebih tinggi di antara bank-bank besar, sehingga menciptakan hubungan lebih ambigu antara kompetisi di perbankan dan stabilitas keuangan (Yusgiantoro *et al.*, 2019). Di sisi lain, kompetisi dapat mengurangi nilai waralaba suatu bank, dan akibatnya dapat memaksa bank untuk mengejar proyek pinjaman yang lebih berisiko untuk mempertahankan keuntungan perbankan sebelumnya (Wang, 2018).

Struktur pasar yang kompetitif mempunyai berbagai implikasi terhadap kebijakan ekonomi; tingkat kompetisi dapat menjadi penting untuk efisiensi produksi, meningkatkan permintaan akan produk dan memperbaikinya, meningkatkan kualitas produk, meningkatkan pertumbuhan produktivitas, dan menghasilkan inovasi di banyak industri (Anginer *et al.*, 2014).

Bank-bank yang berkualitas tinggi dan rendah sama-sama diuntungkan oleh ketatnya kompetisi antar bank yang diakibatkan oleh deregulasi dan disintermediasi (Smith & Walter, 2003).

Kompetisi di sektor perbankan juga sering kali dianggap menguntungkan nasabah bank, karena kompetisi meningkatkan pilihan yang tersedia dan berkontribusi terhadap penurunan suku bunga pinjaman dan kenaikan suku bunga simpanan (F. Pada dasarnya, terdapat dua hipotesis utama terkait kompetisi yang telah diidentifikasi. Hipotesis “kerapuhan-kompetisi” memandang kompetisi mengurangi stabilitas karena mendorong bank untuk meningkatkan risiko dan beroperasi dengan penyangga modal yang rendah, sehingga menyoroti potensi *trade-off* antara kompetisi dan stabilitas (Anhert & Martinez-Miera, 2021) (Horvath et al., 2016). Hipotesis “stabilitas-kompetisi” memandang konsolidasi keuangan sebagai peningkatan stabilitas, yaitu melalui penyangga modal yang lebih tinggi dan tingkat diversifikasi yang lebih besar (Goetz, 2018; Schaeck & Cihák, 2014).

Ketatnya kompetisi antar bank, maka bank akan terus berusaha mempertahankan dan meningkatkan laba. Untuk memaksimalkan laba, bank harus secara bersamaan mencari keuntungan setinggi mungkin atas pinjaman dan surat berharga, serta mengurangi risiko. Selain itu, untuk memaksimalkan laba, lembaga keuangan mengembangkan produk baru untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri dan juga kebutuhan pelanggan mereka, dengan kata lain “inovasi” yang bisa sangat bermanfaat bagi perekonomian (Mishkin, 2004).

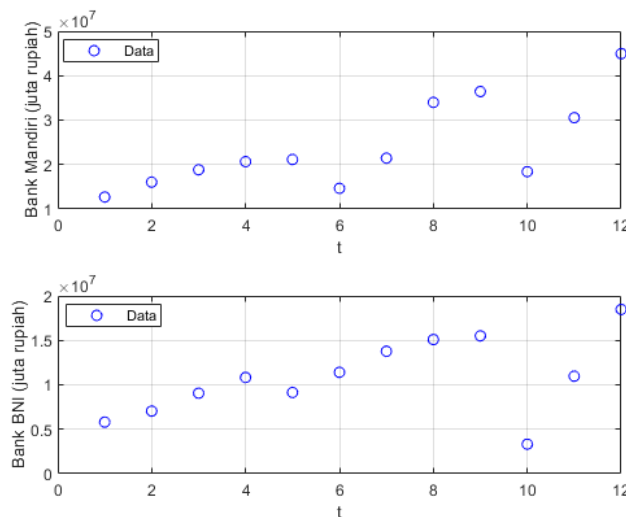
Berdasarkan teori, tipe kompetisi dibagi menjadi enam tipe: prei-predator, kompetisi murni, mutualisme, komensalisme, netralisme dan amensalisme. Kompetisi tipe prei-predator merupakan tipe kompetisi di mana salah satu populasi bertindak sebagai predator yang memangsa populasi lainnya (prei). Dengan kata lain, satu populasi memperoleh keuntungan, sedangkan populasi lainnya mengalami kerugian di dalam kompetisi. Kompetisi murni merupakan tipe kompetisi antara dua populasi, di mana kedua populasi tersebut mengalami kerugian. Kompetisi tipe mutualisme merupakan tipe kompetisi antara dua populasi, di mana kedua populasi tersebut masing-masing tidak mendapatkan kerugian, melainkan mendapatkan keuntungan. Kompetisi tipe komensalisme merupakan tipe kompetisi antara dua populasi, di mana salah satu populasi mengalami kerugian, sementara populasi lainnya tidak mengalami kerugian maupun keuntungan. Kompetisi tipe netralisme merupakan tipe kompetisi antara dua populasi, di mana kedua populasi secara bersamaan tidak mengalami baik kerugian maupun keuntungan. Kompetisi tipe amensalisme merupakan tipe kompetisi antara dua populasi, di mana salah satu populasi mengalami keuntungan, sementara populasi lainnya tidak mengalami kerugian maupun keuntungan (Coyte *et al.*, 2015; Marasco *et al.*, 2016; May, 1973; Mougi, 2016; Mougi & Kondoh, 2012).

Di dalam model matematika kompetisi Lotka-Volterra berdimensi dua terdapat enam parameter model. Parameter ini menentukan perilaku sistem yang terbentuk. Untuk mendapatkan nilai dari masing-masing parameter model tersebut yang didasarkan oleh data historis, kami menggunakan metode Log Integral. Secara singkat, metode ini bekerja dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip dasar teori integral dan teknik statistik kuadrat terkecil (Kloppers & Greeff, 2013). Selain itu, untuk dapat melakukan peramalan terkait kestabilan sistem di masa mendatang, maka pengujian keakuratan model harus dilakukan. Keakuratan model diukur dengan menggunakan pendekatan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) (Lewis, 1982; Marasco *et al.*, 2016).

## DATA DAN METODE PENELITIAN

### Data historis

Data historis yang kami gunakan dalam penelitian ini adalah data perolehan laba bersih setelah pajak yang dipublikasi secara resmi oleh bank BNI dan Mandiri (BNI, 2023) (Mandiri, 2023) melalui situs *online* masing-masing bank. Data-data yang dikumpulkan tersebut berjumlah sebanyak 12 data pada periode 2011-2022. Untuk pembahasan selanjutnya, laba bersih setelah pajak hanya akan dituliskan sebagai laba bersih saja. Data-data tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Data historis laba bersih periode 2011-2022

Berdasarkan data pada Gambar 1, terlihat jelas bahwa laba bersih yang diperoleh kedua bank mengalami fluktuasi setiap tahun. Perolehan laba bersih terendah bank BNI pada sepuluh tahun terakhir adalah sebesar 3,32 triliun rupiah di tahun 2020, dan perolehan laba bersih terendah bank Mandiri pada sepuluh tahun terakhir adalah sebesar 14,65 triliun rupiah di tahun 2016. Di sisi yang lain, perolehan laba bersih terbesar bank BNI adalah sebesar 18,48 triliun rupiah di tahun 2022, dan perolehan laba bersih terbesar bank Mandiri adalah sebesar 44,95 triliun rupiah di tahun 2022.

### Pendekatan model kompetisi Lotka-Volterra

Pendekatan model kompetisi Lotka-Volterra pada dasarnya bertujuan untuk menganalisis dinamika kompetisi yang terjadi antara populasi yang berkompetisi. Model ini memuat dua populasi dan enam parameter model. Dalam penelitian ini, bank BNI diasumsikan sebagai variabel  $x$  dan bank Mandiri diasumsikan sebagai variabel  $y$ . Terdapat tiga asumsi dasar yang digunakan untuk membentuk model kompetisi, yaitu: pertama, laju pertumbuhan laba bersih bank BNI dan Mandiri tumbuh secara eksponensial; kedua, laju pertumbuhan laba bersih kedua bank bergantung waktu  $t$ ; dan ketiga, adanya intra kompetisi pada kedua bank.

Model kompetisi Lotka-Volterra yang dimaksud dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{dx}{dt} = a_0x + a_1x^2 + a_2xy \quad (1)$$



$$\frac{dy}{dt} = b_0y + b_1y^2 + b_2xy$$

di mana, variabel  $x, y \geq 0$  dan parameter  $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2 \in \mathbb{R}$ . Parameter model  $a_0$  dan  $b_0$  secara berturut-turut merupakan tingkat pertumbuhan laba bersih bank BNI dan tingkat pertumbuhan laba bersih bank Mandiri. Parameter model  $a_1$  dan  $b_1$  secara berturut-turut merupakan koefisien kompetisi intra bank BNI dan koefisien kompetisi intra bank Mandiri. Parameter model  $a_2$  dan  $b_2$  secara berturut-turut merupakan koefisien kompetisi bank BNI terhadap bank Mandiri dan koefisien kompetisi bank Mandiri terhadap bank BNI (Hastings, 2013).

Dapat kita lihat bahwa pada Model (1) memuat enam parameter model. Nilai keenam parameter ini diperoleh dari pengolahan data historis laba bersih kedua bank dengan mengaplikasikan metode Log Integral (Kloppers & Greeff, 2013). Setelah nilai parameter model diperoleh, penentuan tipe kompetisi antara kedua bank dan proses analisis untuk mendapatkan sifat kestabilan model sudah dapat dilakukan. Selain itu, pengujian keakuratan model juga perlu dilakukan, karena model yang diperoleh nantinya akan dipakai untuk melakukan peramalan laba bersih kedua bank di masa mendatang. Keakuratan model diukur dengan menggunakan pendekatan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) (Lewis, 1982; Marasco *et al.*, 2016). Langkah terakhir adalah melakukan proses peramalan untuk mendapatkan perkiraan perolehan laba bersih kedua bank untuk periode beberapa tahun ke depan. Keseluruhan proses analisis numerik dalam penelitian ini menggunakan aplikasi Matlab.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Estimasi nilai parameter model dan penentuan tipe kompetisi

Untuk mendapatkan nilai parameter model pada Model (1) berdasarkan data historis, kami menggunakan metode Log Integral (Kloppers & Greeff, 2013). Hasil perhitungan menggunakan metode ini dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Nilai parameter model

Bank	Parameter model		
BNI	$a_0 = 0,2350$	$a_1 = -3,97 \times 10^{-9}$	$a_2 = -3,67 \times 10^{-9}$
Mandiri	$b_0 = -0,085$	$b_1 = -4,56 \times 10^{-9}$	$b_2 = 2,861 \times 10^{-8}$

Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada Tabel 1, Model (1) di atas dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= 0,235x - 3,97 \times 10^{-9}x^2 - 3,67 \times 10^{-9}xy \\ \frac{dy}{dt} &= -0,085y - 4,56 \times 10^{-9}y^2 + 2,861 \times 10^{-8}xy. \end{aligned} \tag{2}$$

Model (2) menunjukkan bahwa koefisien interaksi  $a_2 = -3,67 \times 10^{-9}$  dan koefisien interaksi  $b_2 = 2,86 \times 10^{-8}$ . Karena koefisien interaksi  $a_2$  bernilai negatif dan koefisien interaksi  $b_2$  bernilai positif, maka tipe kompetisi antara bank BNI dan Mandiri adalah tipe prei-predator, di mana bank BNI bertindak sebagai prei, sedangkan bank Mandiri bertindak sebagai predator. Selain itu, kompetisi intra bank BNI dan Mandiri masing-masing bernilai negatif, dengan

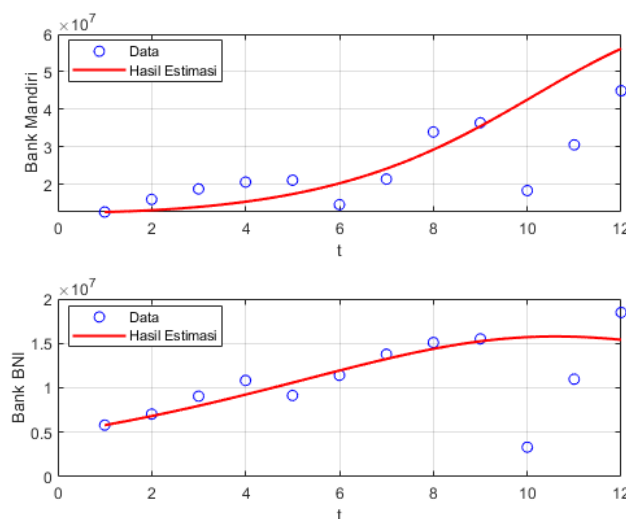
koefisien intra kompetisi  $a_1 = -3,97 \times 10^{-9}$  lebih besar dari koefisien intra kompetisi  $b_1 = -4,56 \times 10^{-9}$ .

### Estimasi perolehan laba bersih dan kestabilan bank BNI dan Mandiri

Estimasi perolehan laba bersih bank BNI dan Mandiri diperoleh dengan melakukan perhitungan numerik menggunakan aplikasi Matlab. Proses perhitungan numerik dilakukan dengan menuliskan Model (2) ke dalam *script* Matlab, kemudian melakukan analisis numerik menggunakan *tools ode45* yang telah tersedia di dalam aplikasi tersebut. Hasil perhitungan numerik dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.** Hasil estimasi laba bersih bank BNI dan Mandiri (dalam juta rupiah)

Tahun	Bank BNI	Estimasi Bank BNI	Bank Mandiri	Estimasi Bank Mandiri
2011	5.808.218	5.808.218,000	12.695.885	12.695.885,000
2012	7.048.362	6.769.120,900	16.043.618	12.991.152,643
2013	9.057.941	7.918.685,765	18.829.934	13.807.846,028
2014	10.829.379	9.192.275,018	20.654.783	15.117.489,579
2015	9.140.532	10.559.655,338	21.152.398	17.052.935,618
2016	11.410.196	11.969.807,629	14.650.163	19.801.046,549
2017	13.770.592	13.342.631,273	21.443.042	23.589.758,626
2018	15.091.763	14.566.146,744	33.980.941	28.645.380,388
2019	15.508.583	15.503.317,627	36.431.366	35.079.653,656
2020	3.321.442	16.017.811,327	18.398.928	42.680.525,828
2021	10.977.051	16.025.199,389	30.551.097	50.674.070,451
2022	18.481.780	15.554.772,436	44,952,368	57.731.396,763

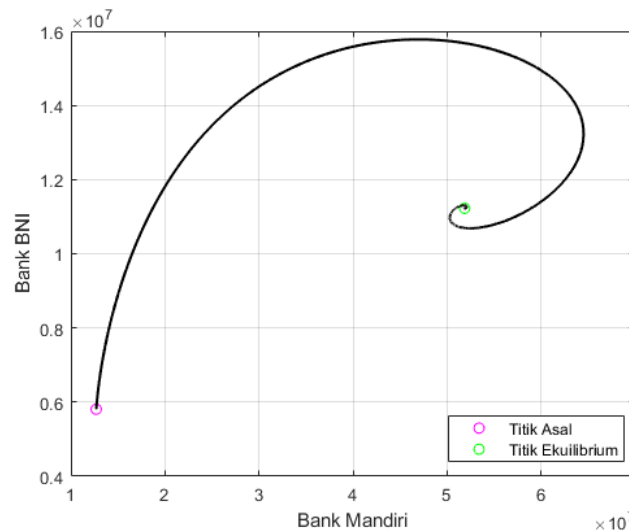


**Gambar 2.** Dinamika hasil estimasi laba bersih bank BNI dan Mandiri

Bermodalkan Model (2), kita sudah dapat melakukan proses analisis untuk melihat kestabilan kompetisi kedua bank. Langkah awal yang harus dilakukan adalah menghitung titik ekuilibriumnya. Titik ekuilibrium tersebut diperoleh dengan cara membuat  $dx/dt = dy/dt = 0$ . Dengan melakukan teknik manipulasi aljabar, kita peroleh dua pasang titik ekuilibrium:  $E_0(x, y) = (0, 0)$  dan  $E_1(x, y) = (51.876.329, 447, 11.225.132, 78)$ . Karena laba bersih kedua bank pada titik ekuilibrium  $E_0$  bernilai nol, maka proses analisis hanya dilakukan untuk titik ekuilibrium  $E_1$  saja. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai eigen. Nilai eigen dari



matriks Jacobian Model (2) yang dievaluasi pada titik ekuilibrium  $E_1$  keduanya bernilai negatif (lihat (Wiggins, 2000)). Oleh karena itu, titik ekuilibrium  $E_1$  bersifat stabil asimptotik lokal. Potret fase interaksi antara laba bersih kedua bank dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 3.** Potret fase laba bersih bank BNI dan Mandiri

**Peramalan laba bersih bank BNI dan Mandiri**

Peramalan perolehan laba pada kedua bank sangat penting untuk dilakukan. Namun sebelum melakukan peramalan, kita terlebih dahulu melakukan pengujian model kompetisi yang telah diperoleh. Pengujian model ini bertujuan untuk melihat keakuratan model dalam melakukan peramalan. Keakuratan model salah satunya dapat diukur dengan menghitung nilai MAPE. Formula untuk menghitung nilai MAPE tersebut adalah

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{h_i - p_i}{h_i} \right| \times 100\%, \quad i = 1 \dots n, \quad (3)$$

dengan  $h_i$  dan  $p_i$  secara berurutan adalah data historis dan data hasil estimasi. Selanjutnya, level keakuratan model berdasarkan perhitungan MAPE dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Level keakuratan MAPE

MAPE (%)	Level keakuratan
< 10	Sangat akurat
10 - 20	Baik
20 - 50	Wajar
> 50	Tidak akurat

Dengan menerapkan Formula (3), kita peroleh hasil perhitungan nilai MAPE dari kedua bank. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.** Nilai MAPE

Periode	Bank BNI (%)	Bank Mandiri (%)
2011-2019	6,523	17,385
2011-2022	31,894	41,899

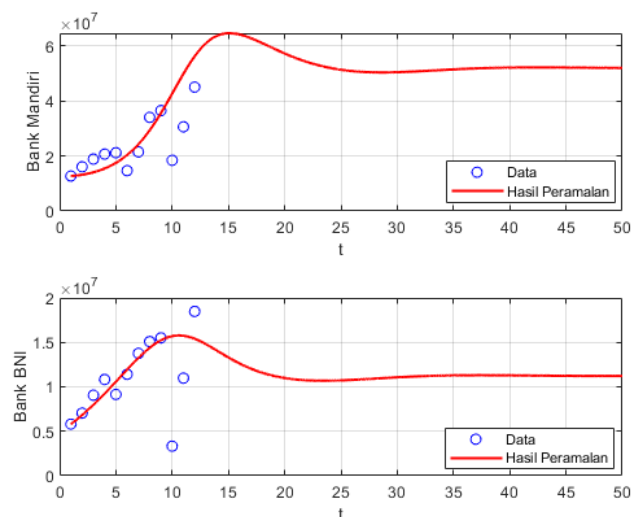
Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, level keakuratan Model (2) disajikan dalam dua periode: periode 2011-2019 hanya memuat data laba bersih kedua bank sebelum adanya

pandemi Covid-19, dan periode 2011-2022 yang memuat data sebelum dan saat munculnya pandemi Covid-19. Keakuratan model yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.** Keakuratan model

Periode	Bank	Sangat akurat	Baik	Wajar	Tidak akurat
2011-2019	Mandiri	-	√	-	-
	BNI	√	-	-	-
2011-2022	Mandiri	-	-	√	-
	BNI	-	-	√	-

Karena hasil perhitungan nilai MAPE dari kedua bank menunjukkan level keakuratan yang berbeda untuk periode 2011-2019 dan periode 2011-2022. Level keakuratan model pada periode 2011-2019 lebih baik daripada keakuratan model pada periode 2011-2022. Meski demikian, Model (2) layak untuk digunakan dalam melakukan peramalan. Selanjutnya, hasil peramalan laba bersih dan dinamika kompetisi kedua bank dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 4.** Dinamika hasil peramalan perolehan laba bersih bank BNI dan Mandiri untuk periode beberapa tahun ke depan

## PEMBAHASAN

Analisis awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pendugaan nilai parameter model berdasarkan data historis. Hasil pendugaan tersebut kemudian disubstitusi ke dalam Model (1) sehingga diperoleh Model (2). Berdasarkan Model (2), kita dapat melihat bahwa tingkat pertumbuhan laba bersih bank BNI bernilai positif, sedangkan tingkat pertumbuhan laba bersih bank Mandiri bernilai negatif (lihat Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat pertumbuhan laba bersih bank BNI lebih baik dibandingkan dengan bank Mandiri. Di sisi yang lain, koefisien kompetisi intra bank keduanya masing-masing bernilai negatif dengan koefisien kompetisi intra bank BNI lebih besar dibandingkan dengan koefisien kompetisi intra bank Mandiri. Oleh karena itu, jika dilihat dari nilai koefisien kompetisi intra bank, maka pertumbuhan laba bersih bank BNI akan tumbuh lebih baik daripada bank Mandiri. Selanjutnya, koefisien kompetisi bank BNI terhadap bank Mandiri bernilai negatif, sedangkan koefisien kompetisi bank Mandiri terhadap bank BNI bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa kompetisi yang berlangsung antara bank BNI dan Mandiri adalah tipe kompetisi prei-

predator, di mana bank BNI bertindak sebagai prei, sedangkan bank Mandiri bertindak sebagai predator. Berdasarkan tipe kompetisi ini, kita dapat mengatakan bahwa bank Mandiri selalu mendapatkan keuntungan, sedangkan bank BNI tidak mendapatkan keuntungan dari kompetisi yang berlangsung.

Selain itu, hal menarik lainnya adalah fakta bahwa meskipun tingkat pertumbuhan laba bersih (bernilai positif) dan koefisien kompetisi intra bank BNI lebih besar dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan laba bersih (bernilai negatif) dan koefisien kompetisi intra bank Mandiri tidak menjadikan bank BNI memperoleh keuntungan yang lebih besar dari perolehan laba bersih bank Mandiri di setiap tahunnya (lihat Tabel 1). Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, hal ini disebabkan oleh koefisien kompetisi antara kedua bank, di mana koefisien kompetisi bank Mandiri terhadap bank BNI lebih besar dibandingkan dengan koefisien kompetisi bank BNI terhadap bank Mandiri. Berdasarkan fakta ini, koefisien kompetisi antar bank merupakan salah satu faktor penting yang menentukan perolehan laba bersih bagi lembaga keuangan bank.

Penelitian yang dilakukan oleh (Boyd & De Nicoló, 2005) menemukan bahwa kompetisi yang lebih ketat berkontribusi terhadap stabilitas keuangan di sektor perbankan. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Keeley, 1990) menyatakan hasil sebaliknya. Temuan ini menemukan bahwa meningkatnya kompetisi berdampak negatif terhadap stabilitas sistem keuangan. Sementara itu, hasil penelitian yang kami peroleh menunjukkan bahwa kompetisi yang terjadi antara kedua bank menghasilkan stabilitas keuangan kedua bank. Hal ini disebabkan oleh tipe kompetisi yang terjadi antara kedua bank. Karena tipe kompetisi yang terjadi antara kedua bank adalah prei-predator, kompetisi ini akan berdampak negatif pada keuangan salah satu bank, dan sebaliknya berdampak positif pada stabilitas keuangan bank lainnya. Dalam hal ini, kompetisi berdampak negatif pada bank BNI, dan berdampak positif pada bank Mandiri. Stabilitas keuangan bank juga akan memiliki sifat berbeda jika tipe kompetisi yang dihasilkan berupa kompetisi murni, komensalisme, netralisme atau amensalisme (Coyte *et al.*, 2015; Marasco *et al.*, 2016; May, 1973; Mougí, 2016; Mougí & Kondoh, 2012).

Data historis laba bersih yang diperoleh bank BNI dan Mandiri pada periode 2011-2022 mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Berdasarkan data, kita dapat melihat bahwa pada tahun 2020, perolehan laba bersih kedua bank mengalami penurunan yang sangat drastis. Perolehan laba bersih bank BNI di tahun 2019 mencapai 15.508.583 juta rupiah, sedangkan di tahun 2020 turun menjadi 3.321.442 juta rupiah. Dengan kata lain, perolehan laba bersih bank BNI mengalami penurunan sebesar 12.187.141 juta rupiah. Hal yang sama juga terjadi pada bank Mandiri. Perolehan laba bersih bank Mandiri di tahun 2019 mencapai 36.431.366 juta rupiah, sedangkan di tahun 2020 turun menjadi 18.398.928 juta rupiah. Jadi, perolehan laba bersih bank Mandiri mengalami penurunan sebesar 18.032.438 juta rupiah. Di salah satu literatur, fenomena ini berkaitan dengan adanya pandemi Covid-19 yang mengakibatkan gangguan ekonomi yang luas dan guncangan permintaan di pasar keuangan (Goldstein *et al.*, 2021). Oleh karena itu, kita dapat mengatakan bahwa pandemi ini telah mempengaruhi lembaga keuangan (Hassan *et al.*, 2022) yang sangat penting bagi perekonomian.

Pandemi Covid-19 tentu saja membuat tren data menjadi berubah ke keadaan yang tidak biasa (lihat Gambar 1). Karena tren data mengalami perubahan yang sangat drastis, maka model yang dihasilkan juga mengalami pergeseran yang sangat signifikan. Berdasarkan hasil analisis,

keakuratan Model (2) yang dihasilkan periode sebelum adanya pandemi Covid-19 (periode 2011-2019) mencapai level sangat akurat untuk bank BNI (MAPE = 6,523%) dan level baik untuk bank Mandiri (MAPE = 17,385%). Namun, jika data historis diambil secara lengkap (periode 2011-2022), maka keakuratan Model (2) turun ke level wajar, dengan nilai MAPE = 31,894 untuk bank BNI, dan MAPE = 41,899 untuk bank Mandiri (lihat Tabel 5). Dengan demikian, fenomena ini memberikan informasi bahwa perubahan tren data yang dihasilkan oleh sebuah pandemi sangat berpengaruh terhadap keakuratan model yang dihasilkan.

Hal menarik lainnya adalah tentang hasil peramalan laba bersih yang mungkin diperoleh masing-masing bank. Hasil analisis numerik menunjukkan bahwa perolehan laba bersih bank BNI cenderung mengalami penurunan untuk periode sepuluh tahun ke depan (2023-2032), dan kemudian akan stabil pada kisaran 11.225.132,78 juta rupiah. Sebaliknya, perolehan laba bersih bank Mandiri mengalami peningkatan untuk periode tiga tahun ke depan (2023-2025) dengan perolehan laba bersih tertinggi dicapai pada tahun 2025 sebesar 64.516.900 juta rupiah, dan cenderung mengalami penurunan hingga tahun 2035. Selain itu, perolehan laba bersih bank Mandiri pada akhirnya akan stabil pada kisaran 51.876.329,447 juta rupiah (lihat Gambar 4). Berdasarkan hasil perhitungan ini, di masa mendatang sifat kestabilan model kompetisi antara perolehan laba bersih bank BNI dan Mandiri adalah bersifat stabil (lihat Gambar 3).

Jika kita melihat dari hasil analisis yang diperoleh, maka baik bank BNI maupun bank Mandiri harus mengambil sebuah kebijakan untuk mengatasi keadaan yang akan terjadi di masa mendatang. Bagi bank BNI, pengambilan suatu kebijakan untuk dapat mengimbangi aktivitas predasi oleh bank Mandiri adalah hal yang cukup urgen. Bagi bank Mandiri, perumusan suatu kebijakan untuk mengatasi penurunan perolehan laba bersih di masa mendatang adalah hal yang sangat perlu dilakukan. Jika kedua bank tidak dapat mengambil kebijakan yang benar, maka di masa mendatang perolehan laba bersih kedua bank berpeluang mengalami stagnasi.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis di atas, terdapat dua kesimpulan utama yang dapat diambil. Pertama, kompetisi yang terjadi antara bank BNI dan Mandiri adalah tipe kompetisi prei-predator, di mana bank BNI bertindak sebagai prei, sedangkan bank Mandiri bertindak sebagai predator. Berdasarkan tipe kompetisi ini, bank Mandiri selalu mendapatkan keuntungan, sedangkan bank BNI tidak mendapatkan keuntungan dari kompetisi yang berlangsung. Kedua, kestabilan kompetisi yang berlangsung di antara kedua bank bersifat stabil. Selanjutnya, hasil analisis numerik menunjukkan bahwa perolehan laba bersih bank BNI cenderung mengalami penurunan untuk periode sepuluh tahun ke depan (2023-2032), dan kemudian akan stabil pada kisaran 11.225.132,78 juta rupiah. Sebaliknya, perolehan laba bersih bank Mandiri mengalami peningkatan untuk periode tiga tahun ke depan (2023-2025), dan kemudian akan cenderung mengalami penurunan hingga tahun 2035. Perolehan laba bersih bank Mandiri akan stabil pada kisaran 51.876.329,447 juta rupiah. Oleh karena itu, bagi bank BNI, pengambilan suatu kebijakan untuk dapat mengimbangi aktivitas predasi oleh bank Mandiri adalah hal yang cukup urgen. Bagi bank Mandiri, perumusan suatu kebijakan untuk mengatasi penurunan perolehan laba bersih di masa mendatang adalah hal yang sangat perlu dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anginer, D., Demirguc-Kunt, A., & Zhu, M. (2014). How does competition affect bank systemic risk? *Journal of Financial Intermediation*, 23(1), 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2013.11.001>.
- Anhert, T., & Martinez-Miera, D. (2021). Bank runs, bank competition and opacity. In *Bank of Canada* (No. 2021–30; Bank of Canada Staff Working Paper).
- Barbosa, K., de Paula Rocha, B., & Salazar, F. (2015). Assessing competition in the banking industry: A multi-product approach. *Journal of Banking & Finance*, 50, 340–362. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.05.003>.
- Barth, J. R., Caprio, G., & Levine, R. (2004). Bank regulation and supervision: what works best? *Journal of Financial Intermediation*, 13(2), 205–248. <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2003.06.002>.
- Beck, T., De Jonghe, O., & Schepens, G. (2013). Bank competition and stability: Cross-country heterogeneity. *Journal of Financial Intermediation*, 22(2), 218–244. <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2012.07.001>.
- Berger, A. N., Molyneux, P., & Wilson, J. O. S. (2020). Banks and the real economy: An assessment of the research. *Journal of Corporate Finance*, 62, 101513. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2019.101513>.
- Bernanke, B., & Gertler, M. (1989). Agency costs, net worth, and business fluctuations. *The American Economic Review*, 79(1), 14–31.
- Bernanke, B., & Gertler, M. (1995). Inside the black box: The credit channel of monetary policy transmission. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 27–48.
- Bikker, J. A., & Bos, J. W. B. (2008). *Bank performance: A theoretical and empirical framework for the analysis of profitability, competition and efficiency*. Routledge: Taylor & Francis Group.
- BNI. (2021). *Laporan tahunan*. <https://www.bni.co.id/Portals/1/BNI/Perusahaan/HubunganInvestor/Docs/AR-BNI-TB-2021-IND-v2.pdf>.
- BNI. (2023). *Laporan dan presentasi*. Bank Negara Indonesia. <https://www.bni.co.id/id-id/perseroan/hubungan-investor/laporan-presentasi>.
- Boubaker, S., Buchanan, B., & Nguyen, D. K. (2016). *Risk management in emerging markets: Issues, framework and modeling*. Emerald Group Publishing.
- Boyd, J. H., & De Nicoló, G. (2005). The theory of bank risk taking and competition revisited. *Journal of Finance*, 60(3), 1329–1343. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2005.00763.x>.
- Braun, M., Briones, I., & Islas, G. (2019). Interlocking directorates, access to credit, and business performance in Chile during early industrialization. *Journal of Business Research*, 105, 381–388. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.052>.
- Chaibi, H., & Fiti, Z. (2015). Credit risk determinants: Evidence from a cross-country study. *Research in International Business and Finance*, 33, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2014.06.001>.
- Comes, C.-A. (2012). Banking system: Three level Lotka-Volterra Model. *Procedia Economics and Finance*, 3, 251–255. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00148-7](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00148-7).
- Coyte, K. Z., Schluter, J., & Foster, K. R. (2015). The ecology of the microbiome: Networks, competition, and stability. *Science*, 350(6261), 663–666. <https://doi.org/10.1126/science.aad2602>.
- Daly, J. L. (2002). *Pricing for profitability: Activity-based pricing for competitive advantage*. NY: John Wiley & Sons, Inc.
- Demir, E., & Danisman, G. O. (2021). Banking sector reactions to COVID-19: The role of bank-specific factors and government policy responses. *Research in International*



- Business and Finance*, 58, 101508. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101508>.
- Ekananda, M. (2019). The analysis of the effect of non-bank sector investment to the bank credit allocation. *The Asia-Pacific Research in Social Sciences and Humanities Conference*, 271–285.
- Fatmawati, Khan, M. A., Azizah, M., Windarto, & Ullah, S. (2019). A fractional model for the dynamics of competition between commercial and rural banks in Indonesia. *Chaos, Solitons & Fractals*, 122, 32–46. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2019.02.009>.
- Ferreira, C. (2023). Competition and stability in the European Union banking sector. *International Advances in Economic Research*, 29(4), 207–224. <https://doi.org/10.1007/s11294-023-09880-z>.
- Fukuyama, H., Hashimoto, A., Matousek, R., & Tzeremes, N. G. (2021). Analyzing bank “black boxes”: A two-stage Nerlovian profit inefficiency model. *Expert Systems with Applications*, 183(February), 115405. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115405>.
- Giesecke, K. (2004). Credit risk modeling and valuation: An introduction. *Credit Risk: Models and Management*, 2(1), 487–526. <https://doi.org/10.2139/ssrn.479323>.
- Goetz, M. R. (2018). Competition and bank stability. *Journal of Financial Intermediation*, 35, 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2017.06.001>.
- Goldstein, I., Koijen, R. S. J., & Mueller, H. M. (2021). COVID-19 and its impact on financial markets and the real economy. *The Review of Financial Studies*, 34(11), 5135–5148. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhab085>.
- Hassan, M. K., Karim, M. S., Lawrence, S., & Risfandy, T. (2022). Weathering the COVID-19 storm: The case of community banks. *Research in International Business and Finance*, 60, 101608. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101608>.
- Hastings, A. (2013). *Population biology: Concepts and models*. New York: Springer Science & Business Media.
- Hoberg, G., Phillips, G., & Prabhala, N. (2014). Product market threats, payouts, and financial flexibility. *The Journal of Finance*, 69(1), 293–324. <https://doi.org/10.1111/jofi.12050>.
- Holmstrom, B., & Tirole, J. (1997). Financial intermediation, loanable funds, and the real sector. *The Quarterly Journal of Economics*, 112(3), 663–691. <https://doi.org/10.1162/003355397555316>.
- Horvath, R., Seidler, J., & Weill, L. (2016). How bank competition influences liquidity creation. *Economic Modelling*, 52, 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.11.032>.
- Jamal, S. W., & Suparno, S. (2022). A solution management in handling economic inequality among agrarian communities. *BHUMI: Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 8(1), 68–83. <https://doi.org/10.31292/bhumi.v8i1.528>.
- Kabir, M. N., & Worthington, A. C. (2017). The ‘competition–stability/fragility’ nexus: A comparative analysis of Islamic and conventional banks. *International Review of Financial Analysis*, 50, 111–128. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2017.02.006>.
- Keeley, M. C. (1990). Deposit insurance, risk, and market power in banking. *American Economic Review*, 80(5), 1183–1200.
- Kim, J., Lee, D.-J., & Ahn, J. (2006). A dynamic competition analysis on the Korean mobile phone market using competitive diffusion model. *Computers & Industrial Engineering*, 51(1), 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2006.07.009>.
- Kloppers, P. H., & Greeff, J. C. (2013). Lotka–Volterra model parameter estimation using experiential data. *Applied Mathematics and Computation*, 224, 817–825. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2013.08.093>.
- Lakka, S., Michalakelis, C., Varoutas, D., & Martakos, D. (2013). Competitive dynamics in the operating systems market: Modeling and policy implications. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(1), 88–105. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.06.011>.
- Lee, S.-J., Lee, D.-J., & Oh, H.-S. (2005). Technological forecasting at the Korean stock



- market: A dynamic competition analysis using Lotka–Volterra model. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(8), 1044–1057. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2002.11.001>.
- Lewis, C. D. (1982). *Industrial and business forecasting methods: A practical guide to exponential smoothing and curve fitting*. London: Butterworth Scientific.
- Mandiri. (2021). *Laporan tahunan*. [https://bankmandiri.co.id/documents/38265486/0/Laporan+Tahunan+Mandiri+25+Juli+2022\\_compressed.pdf/73835289-33ab-5837-9031-fb3e4f28b991?t=1664251860488](https://bankmandiri.co.id/documents/38265486/0/Laporan+Tahunan+Mandiri+25+Juli+2022_compressed.pdf/73835289-33ab-5837-9031-fb3e4f28b991?t=1664251860488).
- Mandiri. (2023). *Laporan tahunan*. Bank Mandiri. <https://bankmandiri.co.id/web/ir/annual-reports>.
- Marasco, A., Picucci, A., & Romano, A. (2016). Market share dynamics using Lotka–Volterra models. *Technological Forecasting and Social Change*, 105, 49–62. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.01.017>.
- May, R. M. (1973). Qualitative stability in model ecosystems. *Ecology*, 54(3), 638–641. <https://doi.org/10.2307/1935352>.
- Michalakelis, C., Christodoulos, C., Varoutas, D., & Spicopoulos, T. (2012). Dynamic estimation of markets exhibiting a prey–predator behavior. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 7690–7700. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.049>.
- Mishkin, F. S. (2004). *The economics of money, banking, and financial markets* (Seventh Ed). London: Pearson Education.
- Morris, S. A., & Pratt, D. (2003). Analysis of the Lotka–Volterra competition equations as a technological substitution model. *Technological Forecasting and Social Change*, 70(2), 103–133. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(01\)00185-8](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(01)00185-8).
- Mougi, A. (2016). The roles of amensalistic and commensalistic interactions in large ecological network stability. *Scientific Reports*, 6(1), 29929. <https://doi.org/10.1038/srep29929>.
- Mougi, A., & Kondoh, M. (2012). Diversity of Interaction types and ecological community stability. *Science*, 337(6092), 349–351. <https://doi.org/10.1126/science.1220529>.
- OJK. (2017). *Lembaga perbankan*. Otoritas Jasa Keuangan. <https://ojk.go.id/id/kanal/perbankan/ikhtisar-perbankan/Pages/Lembaga-Perbankan.aspx#:~:text=Funksi utama perbankan Indonesia adalah,peningkatan taraf hidup rakyat banyak>.
- Padhan, R., & Prabheesh, K. P. (2021). The economics of COVID-19 pandemic: A survey. *Economic Analysis and Policy*, 70, 220–237. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.02.012>.
- Rivai, V., Veithzal, A. P., & Idroes, F. N. (2007). *Bank and financial institution management conventional and sharia system*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Schaeck, K., & Cihák, M. (2014). Competition, efficiency, and stability in banking. *Financial Management*, 43(1), 215–241. <https://doi.org/10.1111/fima.12010>.
- Smith, R. C., & Walter, I. (2003). *Global banking* (2nd Ed.). Oxford University Press.
- Wang, A. T. (2018). A reexamination on the effect of bank competition on bank non-performing loans. *Applied Economics*, 50(57), 6165–6173. <https://doi.org/10.1080/00036846.2018.1489505>.
- Wiggins, S. (2000). *Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos: Texts in applied mathematics* (Second ed.). NY: Springer-Verlag.
- Yusgiantoro, I., Soedarmono, W., & Tarazi, A. (2019). Bank consolidation and financial stability in Indonesia. *International Economics*, 159, 94–104. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2019.06.002>.
- Zaremba, A., Kizys, R., Aharon, D. Y., & Demir, E. (2020). Infected markets: Novel Coronavirus, government interventions, and stock return volatility around the globe. *Finance Research Letters*, 35, 101597. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101597>.