

Evaluasi Metode Pembobotan *Systemic Importance Score* (SIS) di Indonesia

Samsul Anwar

- Email: samsul.anwar@unsyah.ac.id
- Jurusan Statistika, F.MIPA
Universitas Syiah Kuala. Jalan Syech
Abdurrauf, Kopelma Darussalam,
Banda Aceh 23111

Riwayat artikel:

- Diterima 3 Januari 2020
- Direvisi 27 Februari 2020
- Disetujui 4 Maret 2020
- Tersedia online Agustus 2020

Abstrak

Penetapan *Systemically Important Bank* (SIB) bertujuan untuk mengidentifikasi bank-bank yang berpotensi sistemik terhadap sistem keuangan apabila mengalami kegagalan. Otoritas Jasa Keuangan (OJK) menetapkan bobot seimbang (*equal weight*) untuk ketiga indikator SIB (*size*, *interconnectedness*, dan *complexity*) dan sub-indikatornya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja metode pembobotan resmi dengan pembobotan alternatif berdasarkan *Principal Component Analysis* (PCA) dengan satu dan dua PC pertama dalam perhitungan *Systemic Importance Score* (SIS) yang menjadi dasar penetapan *bucket* (kelompok) SIB. Hasil simulasi terhadap enam kelompok perbankan menunjukkan bahwa metode pembobotan PCA satu PC pertama merupakan metode terbaik berdasarkan indikator nilai korelasi antara SIS dengan indikator dan sub-indikator penyusunnya.

Abstract

The determination of Systemically Important Bank (SIB) aims at identifying potential systemic banks against the financial system if they failed. The Financial Services Authority (OJK) determined equal weights for each of the SIB's indicators (*size*, *interconnectedness*, and *complexity*) and its sub-indicators. This study aims at comparing the performance of the official weighting method with two alternative methods based on Principal Component Analysis (PCA) with one and two first PCs in calculating Systemic Importance Score (SIS), which forms the basis for SIB buckets (groups) determination. Simulation results on six banking groups showed that the weighting method based on the PCA with the first PC is the best method based on the correlation values between SIS and the indicators and its sub-indicators.

Keywords:

bobot seimbang; *eigenvectors*; *principal component analysis* (PCA); *systemically important bank* (SIB); *systemic importance score* (SIS)

JEL Classification :

C38; E52; G28; H12

1. PENDAHULUAN

Menurut OJK (2015) sebagaimana diatur dalam Peraturan Otoritas Jasa Keuangan (POJK) No.46/POJK.03/2015 tentang Penetapan *Systematically Important Bank* (SIB) dan *Capital Surcharge* pada Pasal 1 Ayat 2, *Systematically Important Bank* (SIB) adalah suatu bank yang karena ukuran aset, modal, kewajiban, luas jaringan atau kompleksitas transaksi atas jasa perbankan serta keterkaitan dengan sektor keuangan lain dapat mengakibatkan gagalnya sebagian atau secara keseluruhan bank-bank lain atau sektor jasa keuangan, baik secara operasional maupun finansial, apabila bank mengalami gangguan atau gagal. Chen, Shi, Wei, & Zhang (2014) menyarankan agar bank dengan risiko sistemik yang tinggi dikenai aturan yang lebih ketat. POJK No.46/POJK.03/2015 disusun untuk mengidentifikasi bank-bank yang berpotensi memiliki dampak yang signifikan terhadap sistem keuangan domestik serta untuk meminimalkan risiko dampak sistemik dari SIB dengan menetapkan besaran *capital surcharge* yang harus disediakan oleh masing-masing bank. *Capital surcharge* adalah tambahan modal yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan bank dalam menyerap kerugian dan mengurangi dampak negatif terhadap stabilitas sistem keuangan dan perekonomian apabila terjadi kegagalan SIB (OJK, 2015). Besarnya nilai *capital surcharge* yang harus disediakan oleh masing-masing bank ditentukan oleh kategori SIB perbankan yang bersangkutan berdasarkan perhitungan *Systemic Importance Score* (SIS) sebagaimana yang diatur dalam POJK No.46/POJK.03/2015 Pasal 10. SIS digunakan untuk mengukur tingkat risiko dampak sistemik dari sebuah bank. Semakin besar skor sistemik (SIS) maka akan semakin besar pula risiko dampak sistemiknya apabila bank tersebut mengalami kegagalan. OJK menetapkan *capital surcharge* untuk SIB dalam 5 kelompok (*bucket*), dimana *bucket* 1 merupakan kelompok bank dengan SIS terendah dan *bucket* 5 merupakan kelompok bank dengan SIS tertinggi. Bank pada *bucket* 1, 2, 3, 4 dan 5 masing-masing harus menyiapkan *capital surcharge* sebesar 1%; 1,5%; 2%; 2,5%, dan 3,5% dari Aset Tertimbang Menurut Risiko (ATMR). Dengan demikian, penentuan kategori SIB merupakan hal yang sangat penting dalam mengidentifikasi tingkat risiko yang mungkin ditimbulkan oleh sebuah bank di Indonesia.

Metodologi perhitungan SIS merupakan hal yang krusial dan memegang peranan penting dalam meminimalkan risiko terjadinya kegagalan sistem keuangan dan perekonomian di Indonesia. Dalam tatanan global, *Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS) telah mengembangkan sebuah metodologi untuk mengidentifikasi *Global Systemically Important Bank* (G-SIB) sebagai templat bagi sebuah negara dalam menentukan *Domestic Systemic Important Bank* (D-SIB) untuk negara tersebut. G-SIB yang disusun oleh BCBS terdiri atas 5 indikator, yaitu *size*, *cross-jurisdictional activity*, *interconnectedness*, *substitutability of the financial institution infrastructure*, dan *complexity* (BCBS, 2013). Indonesia melalui Otoritas Jasa Keuangan (OJK) yang berkoordinasi dengan Bank Indonesia (BI) hanya menggunakan 3 dari 5 indikator tersebut dalam penentuan SIB, yaitu *size*, *interconnectedness* dan *complexity*.

Selain metodologi resmi yang disusun BCBS maupun OJK, beberapa peneliti juga menawarkan pendekatan alternatif dalam mendefinisikan dan menghitung SIS sebuah bank. Sebagai contoh, Yao, Zhu, Wei, & Li (2015) mendefinisikan SIS sebagai nilai ekspektasi jumlah bank yang mungkin ikut gagal dalam sebuah sistem perbankan yang disebabkan oleh kegagalan sebuah bank tertentu. Pendekatan ini menekankan pada dua komponen utama, yaitu peluang ikut gagalnya beberapa bank yang disebabkan oleh kegagalan sebuah bank serta tingkat keparahan potensi penularan kegagalan yang disebabkan oleh bank gagal tersebut. Dalam perhitungannya, pendekatan ini sangat bergantung pada distribusi peluang yang diasumsikan sehingga metode perhitungan SIS tersebut tidak berlaku sama secara umum. Hal ini karena kondisi perbankan di setiap negara berbeda sehingga menunjukkan bahwa distribusi peluangnya juga akan berbeda.

Dalam metodologi resmi, BCBS dan OJK menggunakan sistem pembobotan seimbang atau sama besar (*equal weight*) untuk masing-masing indikator dalam G-SIB maupun SIB. BCBS memberikan bobot masing-masing sebesar 20% bagi kelima indikatornya, sedangkan OJK memberikan bobot masing-masing sebesar 33,3% untuk ketiga indikator SIB sebagaimana yang diamanatkan dalam POJK No.46/POJK.03/2015 Pasal 9 Ayat 1 dan 2. Anwar (2018) menawarkan sistem pembobotan yang baru dengan menggunakan *eigenvector* dari *Principal Component* (PC) pertama dalam *Principal Component Analysis* (PCA). Anwar (2018) menyatakan bahwa penetapan bobot seimbang (*equal weight*) telah memberikan proporsi penilaian yang sama untuk setiap indikator maupun sub-indikator SIB. Padahal suatu indikator maupun sub-indikator mungkin berperan lebih dominan dalam penentuan struktur data komponen penilaian SIB dibandingkan dengan yang lainnya. Sebagai contoh, penelitian Varotto & Zhao (2018), Moore & Zhou (2012) dan Tarashev, Borio, & Tsatsaronis (2009) menunjukkan bahwa pada umumnya indikator risiko sistemik ditentukan terutama oleh indikator *size* (ukuran) atau dikenal dengan istilah “*too-big-to-fail*”. Sebagai tambahan, Băluță & Nistor (2019) menyimpulkan bahwa *size* sebuah bank memiliki efek yang negatif terhadap stabilitas sistem keuangan. Keempat penelitian tersebut menunjukkan bahwa indikator *size* seharusnya diberikan bobot yang berbeda dengan indikator SIB yang lainnya karena indikator *size* memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap risiko sistemik sebuah bank. Metode bobot seimbang (*equal weight*) mengasumsikan bahwa bank dengan ukuran kecil akan memiliki bobot skor sistemik yang setara dengan bank yang berukuran lebih besar. Hal ini bertolak belakang dengan temuan dari keempat penelitian yang telah disebutkan sebelumnya.

Sistem pembobotan PCA pada awalnya diperkenalkan oleh Filmer & Pritchett (1999) dalam menentukan indeks aset sebuah rumah tangga. Metode pembobotan ini juga dipakai oleh Harapan, et al. (2016a, 2016b, 2016c) dalam menentukan status sosial ekonomi sebuah rumah tangga dalam beberapa penelitian di bidang kesehatan. Penelitian yang dilakukan Anwar (2018) sebelumnya tidak sampai pada tahap perbandingan hasil perhitungan SIS antara sistem pembobotan PCA (*eigenvector*) dengan sistem pembobotan seimbang (*equal weight*) yang diterapkan OJK saat ini. Hal ini membuat pembuktian secara akademis masih dibutuhkan untuk mengetahui sistem pembobotan mana yang lebih baik dalam perhitungan SIS di Indonesia.

Perubahan metodologi perhitungan SIS sangat mungkin dilakukan, baik secara teknis maupun aturan hukum. Hal ini karena POJK No. 46/POJK.03/2015 Pasal 4 menyatakan bahwa OJK memiliki wewenang untuk mengkaji ulang metode yang digunakan dalam penetapan SIB paling kurang 1 kali dalam 3 tahun. Dengan demikian, penelitian ini diyakini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meminimalisir terjadinya kesalahan klasifikasi perbankan berdasarkan skor sistemiknya (SIS). Kesalahan klasifikasi perbankan berdasarkan perhitungan SIS tersebut akan berdampak pada kesalahan penentuan *bucket* yang akan menentukan besaran nilai *capital surcharge* yang harus disediakan oleh sebuah bank. Dengan demikian, perhitungan SIS yang tidak akurat akan berpotensi lebih besar terhadap kemungkinan terjadinya gangguan pada stabilitas sistem keuangan dan perekonomian yang disebabkan oleh kegagalan sistem perbankan di Indonesia, terutama pada saat terjadinya krisis ekonomi seperti yang telah dialami pada tahun 1997 - 1998. Rafique, Asim, & Iqbal (2018) menunjukkan bahwa pada saat terjadinya krisis ekonomi dunia pada tahun 2007 - 2008, kegagalan institusi keuangan (bank) besar dapat menyebabkan konsekuensi bencana bagi seluruh sistem keuangan dan perekonomian secara luas.

Penelitian ini membandingkan tiga sistem pembobotan untuk menentukan metode pembobotan terbaik dalam perhitungan SIS kelompok perbankan di Indonesia. Selain membandingkan metode resmi (selanjutnya disebut dengan metode POJK) berdasarkan POJK No.46/POJK.03/2015 dengan metode pembobotan PCA satu PC pertama (selanjutnya disebut dengan metode PCA1) berdasarkan penelitian Anwar (2018), penelitian ini juga akan

menggunakan dua PC pertama (selanjutnya disebut dengan metode PCA2) dalam simulasi perhitungan SIS kelompok perbankan di Indonesia. Satu PC pertama dalam PCA merepresentasikan data dalam bentuk satu dimensi (garis), sedangkan dua PC pertama merepresentasikan data dalam bentuk dua dimensi (bidang). Pembatasan jumlah PC (satu dan dua PC pertama) yang digunakan didasari pada pertimbangan bahwa variansi terbesar dalam data biasanya mampu dijelaskan oleh satu atau dua PC pertama. Selain itu, salah satu indikator yang digunakan dalam penelitian ini hanya diukur dari 2 sub-indikatornya sebagaimana dijelaskan pada sub bagian variabel penelitian sehingga jumlah maksimal PC pada indikator tersebut adalah sebanyak 2 buah. Perhitungan SIS dengan ketiga metode pembobotan tersebut akan disimulasikan dengan menggunakan data 6 kelompok perbankan di Indonesia. Simulasi terhadap kelompok perbankan lebih mungkin dilakukan apabila dibandingkan dengan perbankan secara individual. Hal ini karena faktor ketersediaan atau aksesibilitas data yang lebih memadai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Indikator *Systemically Important Bank*

Terdapat tiga indikator utama yang digunakan dalam perhitungan SIS di Indonesia (OJK, 2015). Ketiga indikator tersebut adalah *size*, *interconnectedness* dan *complexity*. Masing-masing indikator disusun dari beberapa sub-indikator sebagai berikut.

1. *Size* atau ukuran bank, diukur dari 3 sub-indikator total eksposur bank, yaitu eksposur pada neraca, eksposur pada rekening *administrative*, dan *potential future exposure*.
2. *Interconnectedness* atau keterkaitan dengan sistem keuangan, diukur dari 3 sub-indikator.
 - a) Aset keuangan berupa tagihan atau penempatan kepada lembaga jasa keuangan (*intra financial system assets*).
 - b) Kewajiban keuangan kepada lembaga jasa keuangan (*intra financial system liabilities*).
 - c) Surat berharga yang diterbitkan oleh bank (*securities outstanding*).
3. *Complexity* atau kompleksitas kegiatan usaha diukur dari 4 sub-indikator.
 - a) Nilai nasional *spot* dan *derivatif over the counter*.
 - b) Surat berharga yang diklasifikasikan sebagai tersedia untuk dijual dan diperdagangkan namun tidak termasuk surat berharga yang dijadikan sebagai *high quality liquid asset* dalam perhitungan *liquidity coverage ratio*.
 - c) Indikator domestik yang bersifat spesifik yang ditetapkan oleh OJK, yang terdiri atas nilai *outstanding* bank garansi, nilai *outstanding irrevocable letter of credit*, nilai portofolio Surat Berharga Negara dan/atau Surat Berharga Syariah Negara yang dimiliki, jumlah rekening dana pihak ketiga, dan jumlah rekening kredit dan jumlah kantor cabang dalam dan luar negeri.
 - d) Ketergantian (*substitutability*) peran Bank dalam aktivitas sistem pembayaran dan kustodian.

Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) adalah salah satu metode statistika yang digunakan untuk mereduksi dimensionalitas data dengan tetap mempertahankan sebagian besar informasi di dalamnya (Jolliffe & Cadima, 2016; Luo, Chen, & Jian, 2018; Vaswani & Narayanamurthy, 2018). Menurut Karamizadeh, Abdullah, Manaf, Zamani, & Hooman (2013), PCA menggunakan transformasi ortogonal untuk mengkonversi dataset yang mungkin saling berkorelasi menjadi variabel baru yang tidak berkorelasi linear. Härdle & Simar (2003) menjelaskan bahwa PCA bekerja berdasarkan matriks kovarian dan bersifat *scale invariant* yang berarti bahwa PCA sangat sensitif terhadap perubahan skala data. Berdasarkan informasi tersebut, transformasi data ke dalam bentuk normal standar (*Z-score*) sangat dianjurkan apabila skala data yang digunakan berbeda-beda. Singh & Harrison (1985) menunjukkan bahwa penggunaan standarisasi data mampu meningkatkan kemampuan PCA. Menurut

Roussas (2002), standarisasi data (*Z-Score*) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (1)

$$Z_i = \frac{(x_i - \bar{X})}{\sigma} \quad (1)$$

dimana Z_i adalah nilai standarisasi data ke- i ; x_i adalah nilai data ke- i ; \bar{X} adalah nilai rata-rata data dan σ adalah nilai standar deviasi data.

Lebih detail, diberikan sebuah dataset yang terdiri dari p variabel ($\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3, \dots, \mathbf{x}_p$) dengan masing-masing sebanyak n observasi, atau dapat ditulis dalam bentuk matriks \mathbf{X} dengan ukuran $n \times p$. PCA mencari sebuah kombinasi linear dari kolom matriks \mathbf{X} , $\sum_{q=1}^p a_q \mathbf{x}_q = \mathbf{X}\mathbf{a}$, dengan nilai varians yang maksimum. Varians dari kombinasi linear tersebut dapat dituliskan dengan $\text{var}(\mathbf{X}\mathbf{a}) = \mathbf{a}'\mathbf{S}\mathbf{a}$ dengan \mathbf{a} adalah vektor konstanta ($a_1, a_2, a_3, \dots, a_p$) dan \mathbf{S} adalah matriks kovarian dengan ukuran $p \times p$. Memaksimalkan nilai $\text{var}(\mathbf{X}\mathbf{a})$ tersebut ekuivalen dengan memaksimalkan *quadratic form* $\mathbf{a}'\mathbf{S}\mathbf{a}$ dengan syarat \mathbf{a} adalah vektor *unit-form* ($\mathbf{a}'\mathbf{a} = 1$). Solusi untuk permasalahan tersebut diberikan oleh persamaan $\mathbf{S}\mathbf{a} = \lambda\mathbf{a}$, dengan \mathbf{a} adalah sebuah *eigenvector* dan λ adalah *eigenvalue* yang bersesuaian dari matriks kovarian \mathbf{S} (Jolliffe & Cadima, 2016). Kombinasi linear antara matriks \mathbf{X} dengan *eigenvector* \mathbf{a} ($\mathbf{X}\mathbf{a}_k = \sum_{q=1}^p a_{qk} \mathbf{x}_q$) disebut dengan *Principal Component* (PC). Identifikasi PC diurutkan secara menurun berdasarkan tingkat sebaran variabilitas datanya, dimana beberapa PC pertama dalam PCA dapat mempertahankan sebagian besar variabilitas dalam data (Härdle & Simar, 2003).

Eigenvector menentukan seberapa besar kontribusi dari sebuah variabel dalam PC tertentu. Komponen *eigenvector* dapat disebut sebagai bobot (Martin, 2017). Bobot (*eigenvector*) dari PC menjelaskan pada arah mana, yang dinyatakan dalam koordinat data asli, penjelasan terbaik dari variabilitas dalam data dapat diperoleh (Härdle & Simar, 2003). Sebuah variabel dengan bobot yang besar, baik positif maupun negatif, mengindikasikan bahwa variabel tersebut mempunyai efek yang kuat dalam PC. Bobot akan bernilai positif apabila semua variabel dalam PC berkorelasi positif satu dengan yang lainnya. Di sisi lain, bobot yang bernilai negatif mengindikasikan adanya sebagian variabel dalam PC yang memiliki korelasi yang negatif (Martin, 2017). Sebuah observasi atau sampel yang bernilai tinggi cenderung akan memiliki skor PC yang tinggi apabila memiliki bobot yang bernilai positif. Demikian juga sebaliknya, observasi atau sampel yang bernilai tinggi cenderung akan memiliki skor PC yang rendah apabila memiliki bobot yang negatif.

Jolliffe & Cadima (2016) menunjukkan bahwa solusi dalam PCA adalah sama atau ekuivalen dengan *Singular Value Decomposition* (SVD) dari matriks \mathbf{X}^* dengan kolom yang terpusat (*column-centred data*) yang berisi elemen $x_{iq}^* = x_{iq} - \bar{x}_q$. Untuk matriks \mathbf{X}^* yang berukuran $n \times p$, maka diperoleh $(n-1)\mathbf{S} = \mathbf{X}^{*'}\mathbf{X}^*$. Dalam SVD, sembarang matriks \mathbf{Y} yang berukuran $n \times p$ dengan rank r ($r \leq \min\{n, p\}$) dapat ditulis sebagai persamaan (2)

$$\mathbf{Y} = \mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}' \quad (2)$$

dengan \mathbf{U} (berukuran $n \times r$) dan \mathbf{A} (berukuran $p \times r$) masing-masing adalah matriks dengan kolom yang ortonormal ($\mathbf{U}'\mathbf{U} = \mathbf{I}_r = \mathbf{A}'\mathbf{A}$), sedangkan \mathbf{L} adalah diagonal matriks dengan ukuran $r \times r$. Kolom dari matriks \mathbf{A} adalah *eigenvector* dari matriks $\mathbf{Y}'\mathbf{Y}$ yang berukuran $p \times p$ dan kolom dari matriks \mathbf{U} adalah *eigenvector* dari matriks $\mathbf{Y}\mathbf{Y}'$ yang berukuran $n \times n$. Diagonal elemen dari matriks \mathbf{L} adalah *eigenvalue* dari matriks $\mathbf{Y}'\mathbf{Y}$ maupun $\mathbf{Y}\mathbf{Y}'$ yang tersusun dengan nilai yang semakin menurun. Apabila matriks \mathbf{Y} digantikan dengan \mathbf{X}^* , maka diperoleh persamaan (3)

$$(n-1)\mathbf{S} = \mathbf{X}^{*'}\mathbf{X}^* = (\mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}')'(\mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}') = \mathbf{A}\mathbf{L}\mathbf{U}'\mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}' = \mathbf{A}\mathbf{L}^2\mathbf{A}' \quad (3)$$

dimana \mathbf{L}^2 adalah diagonal matriks yang berisi nilai kuadrat *eigenvalue* dari matriks $(n-1)\mathbf{S}$. Sebagai catatan, kolom dari matriks $\mathbf{X}^*\mathbf{A} = \mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}'\mathbf{A} = \mathbf{U}\mathbf{L}$ dalam SVD disebut dengan PC dari

matriks \mathbf{X}^* . Untuk keseragaman, nilai *eigenvector* dan *eigenvalue* dalam penelitian ini masing-masing disimbolkan dengan γ_q dan λ_q dengan $q = 1, 2, \dots, p$. Jolliffe & Cadima (2016) menyebutkan bahwa ukuran standar dari kualitas sebuah PC adalah proporsi dari total variansi yang dapat dijelaskan oleh PC tersebut, atau secara matematis dapat ditulis sebagai persamaan (4).

$$\pi_q = \frac{\lambda_q}{\sum_{q=1}^p \lambda_q} = \frac{\lambda_q}{tr(\mathbf{S})} \quad (4)$$

dimana π_q adalah kumulatif *explained variance* untuk PC ke- q ; λ_q adalah nilai *eigenvalue* ke- q dan $tr(\mathbf{S})$ menunjukkan teras dari matriks kovarian \mathbf{S} .

Pembobotan (*Weighting*)

Bobot dalam statistika adalah ukuran (*amount*) yang diberikan untuk meningkatkan atau menurunkan tingkat kepentingan sebuah observasi atau sampel. Bobot faktor adalah sebuah ukuran yang diberikan terhadap data untuk menjadikannya lebih penting/lebih berat atau sebaliknya dalam suatu kelompok atau kumpulan data. Menurut Saghier, Hamedani, Tazeem, & Khadim (2017), distribusi dari bobot (*weighted distribution*) adalah tonggak dalam pemodelan dan prediksi data statistik yang efisien ketika distribusi standar tidak sesuai untuk digunakan. Teori distribusi bobot memberikan pendekatan terpadu untuk memodelkan data yang bias. Secara umum, bobot dari sebuah sampel individual adalah kebalikan (*inverse*) dari peluang untuk memperoleh data sampel individual tersebut (Global Adult Tobacco Survey Collaborative Group, 2010). Bobot diperlukan untuk mengoreksi ketidaksempurnaan dalam sampel yang mungkin akan menyebabkan bias dan perbedaan lainnya antara sampel dan populasi referensi (Yansaneh, 2003). Penelitian ini menggunakan tiga jenis bobot yang berbeda yaitu:

- a) Bobot seimbang (*equal weight*) atau metode POJK, yaitu metode pembobotan yang memberikan bobot yang sama besar untuk setiap indikator atau sub-indikatornya dalam perhitungan SIS. Secara otomatis, total bobot yang digunakan dalam metode pembobotan seimbang (*equal weight*) adalah sama dengan 1 (satu).
- b) Bobot PCA dari satu PC pertama (PCA1), yaitu metode pembobotan berdasarkan nilai *eigenvector* dari satu PC pertama. Metode pembobotan tersebut akan memberikan bobot yang berbeda untuk setiap indikator atau sub-indikatornya dalam perhitungan SIS. Besar kecilnya bobot yang diberikan bergantung pada seberapa besar pengaruh masing-masing sub-indikator atau indikator tersebut terhadap tingkat sebaran variabilitas dalam data berdasarkan satu PC pertama.
- c) Bobot PCA dari dua PC pertama (PCA2), yaitu metode pembobotan berdasarkan nilai *eigenvector* dari dua PC pertama. Metode pembobotan tersebut akan memberikan bobot yang berbeda untuk setiap indikator atau sub-indikatornya dalam perhitungan SIS. Besar kecilnya bobot yang diberikan bergantung pada seberapa besar pengaruh masing-masing sub-indikator atau indikator tersebut terhadap tingkat sebaran variabilitas dalam data berdasarkan dua PC pertama.

Dalam metode pembobotan PCA, semakin besar tingkat sebaran variabilitasnya maka akan semakin besar pula bobotnya. Total bobot yang digunakan pada masing-masing metode pembobotan PCA (PCA1 dan PCA2) tidak harus sama dengan 1 (satu). Bobot dalam PCA tersebut dapat bernilai positif maupun negatif sebagaimana yang telah dijelaskan pada sub bagian PCA.

Kelompok Perbankan di Indonesia

Terdapat 6 kelompok perbankan di Indonesia yang menjadi fokus dalam penelitian ini, yaitu perbankan Persero, perbankan Bank Umum Swasta Nasional (BUSN) Devisa, perbankan BUSN Non Devisa, perbankan Bank Pembangunan Daerah (BPD), perbankan Campuran dan perbankan Asing. Berikut definisi singkat dari keenam kelompok perbankan tersebut.

- a) Bank Persero adalah bank yang sebagian atau seluruh sahamnya dimiliki oleh Pemerintah Republik Indonesia. Bank milik pemerintah tersebut merupakan bank yang akte pendiriannya maupun modal sepenuhnya dimiliki oleh pemerintah sehingga keuntungannya dimiliki oleh pemerintah pula. Terdapat empat bank yang termasuk dalam kelompok perbankan Persero yaitu: PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk., PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk., PT Bank Tabungan Negara (Persero), dan PT Bank Mandiri (Persero) Tbk.
- b) Bank Umum Swasta Nasional (BUSN) Devisa adalah bank yang sebagian besar modalnya dimiliki oleh pihak swasta non asing dan dapat melakukan transaksi dengan luar negeri atau berkaitan dengan valas. Beberapa contoh bank yang termasuk dalam kelompok perbankan BUSN Devisa di Indonesia adalah Bank Agroniaga, Tbk., Bank Bukopin, Tbk., Bank Central Asia Tbk., dan bank BUSN Devisa lainnya.
- c) Bank Umum Swasta Nasional (BUSN) Non Devisa adalah bank yang sebagian besar modalnya dimiliki oleh pihak swasta non asing dan tidak melakukan transaksi dengan luar negeri atau berkaitan dengan valas. Beberapa contoh bank yang termasuk dalam kelompok perbankan BUSN Non Devisa di Indonesia adalah Anglomas Internasional Bank, Bank Andara, Bank Bisnis Internasional, dan bank BUSN Non Devisa lainnya.
- d) Bank Pembangunan Daerah (BPD) adalah bank yang sebagian atau seluruh sahamnya dimiliki oleh Pemerintah Daerah Provinsi. Beberapa contoh bank yang termasuk dalam kelompok perbankan BPD di Indonesia adalah Bank Aceh, Bank DKI, Bank Kalimantan Tengah, dan bank BPD lainnya.
- e) Bank Campuran adalah Bank Umum yang didirikan bersama oleh satu atau lebih Bank Umum yang berkedudukan di Indonesia dan didirikan oleh WNI (dan/atau badan hukum Indonesia yang dimiliki sepenuhnya oleh WNI), dengan satu atau lebih bank yang berkedudukan di luar negeri. Beberapa contoh bank yang termasuk dalam kelompok perbankan Campuran di Indonesia adalah Bank Commonwealth, Bank ANZ Indonesia, Bank DBS Indonesia, dan bank Campuran lainnya.
- f) Bank Asing adalah bank milik asing yang merupakan cabang dari bank yang ada di luar negeri, atau seluruh sahamnya dimiliki oleh pihak asing. Beberapa contoh bank yang termasuk dalam kelompok perbankan Asing di Indonesia adalah American Express Bank, Bank of Tokyo, Deutsche Bank, dan bank Asing lainnya.

Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan sebuah metode statistika yang digunakan untuk menilai kemungkinan hubungan linear antara dua variabel kontinu (Mukaka, 2012). Besarnya nilai hubungan linear antara dua variabel tersebut disebut dengan koefisien korelasi (r). Menurut Kutner, Nachtsheim, Neter, & Li (2005), koefisien korelasi berada pada interval $-1 \leq r \leq 1$. Secara umum, nilai r yang mendekati 1 mengindikasikan hubungan linear positif yang kuat antar kedua variabel yang dibandingkan dan r yang mendekati -1 mengindikasikan hubungan linear negatif yang kuat. Di sisi lain, nilai r yang mendekati 0 mengindikasikan bahwa kedua variabel yang dibandingkan tidak memiliki hubungan linear.

Terdapat beberapa jenis analisis korelasi dalam ilmu statistika. Menurut Udovicic, Bazdaric, Bilic-Zulle & Petrovecki (2007), korelasi *Pearson's product moment* dan korelasi *Spearman's rank* merupakan dua jenis korelasi yang paling sering digunakan. Korelasi *Pearson's product moment* digunakan pada dua variabel yang berhubungan linear dan berdistribusi normal dengan skala data interval atau rasio (Rebekić, Lončarić, Petrović, & Marić, 2015). Ketika asumsi normalitas data tidak terpenuhi, Gogtay & Thatte (2017) dan Kutner, Nachtsheim, Neter, & Li (2005) menyarankan untuk menggunakan korelasi *Spearman's rank*. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai kedua jenis korelasi tersebut.

Korelasi *Pearson's Product Moment*

Menurut Kutner *et al.* (2005), penggunaan model korelasi bivariat (dua variabel) adalah untuk mempelajari hubungan antara kedua variabel tersebut. Dalam model bivariat normal, parameter r_{12} (korelasi *Pearson's product moment*) memberikan informasi mengenai derajat hubungan linear antara dua variabel Y_1 dan Y_2 yang diberikan oleh persamaan (5).

$$r_{12} = \frac{\sum(Y_{i1} - \bar{Y}_1)(Y_{i2} - \bar{Y}_2)}{[\sum(Y_{i1} - \bar{Y}_1)^2 \sum(Y_{i2} - \bar{Y}_2)^2]^{1/2}} \quad (5)$$

dimana Y_{iq} menunjukkan data dari variabel ke q observasi ke i dan \bar{Y}_q menunjukkan nilai rata-rata variabel ke q .

Korelasi *Spearman's Rank*

Menurut Kutner *et al.* (2005), langkah awal dalam analisis korelasi *Spearman's rank* adalah membuat peringkat (*rank*) dari data pada variabel pertama, Y_{i1} , yang bernilai dari 1 sampai dengan n (jumlah observasi) dan dinotasikan dengan R_{i1} dan dari variabel kedua, Y_{i2} yang dinotasikan dengan R_{i2} . Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai korelasi *Spearman's rank* (r_s) yang didefinisikan sebagai korelasi *Pearson's product moment* biasa dengan menggunakan data peringkat yang telah dihitung sebelumnya, atau secara matematis dapat ditulis dengan persamaan (6).

$$r_s = \frac{\sum(R_{i1} - \bar{R}_1)(R_{i2} - \bar{R}_2)}{[\sum(R_{i1} - \bar{R}_1)^2 \sum(R_{i2} - \bar{R}_2)^2]^{1/2}} \quad (6)$$

dimana \bar{R}_q menunjukkan nilai rata-rata peringkat (*rank*) data dari variabel ke q .

3. METODE PENELITIAN

Sumber Data Penelitian

Penelitian ini merupakan lanjutan penelitian Anwar (2018) dengan menggunakan variabel yang sama namun dengan periode data yang lebih panjang. Data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu data yang bersumber dari laporan Statistik Perbankan Indonesia (SPI) yang diterbitkan oleh OJK. Data tersebut merupakan data bulanan mulai dari bulan Januari 2011 sampai dengan bulan Agustus 2019 dengan jumlah observasi sebanyak 104 data. Data dari 6 kelompok perbankan, yaitu perbankan Persero, perbankan Bank Umum Swasta Nasional (BUSN) Devisa, perbankan BUSN Non Devisa, perbankan Bank Pembangunan Daerah (BPD), perbankan Campuran, dan perbankan Asing akan digunakan dalam simulasi perhitungan SIS dengan tiga metode pembobotan yang berbeda.

Variabel Penelitian

Variabel dalam laporan SPI yang digunakan hanya yang berkaitan dengan sub-indikator maupun indikator penyusun SIB. Untuk memudahkan sistem penulisan dan keselarasan dengan penelitian sebelumnya, indikator *size*, *interconnectedness*, dan *complexity* serta sub-indikatornya masing-masing disimbolkan dengan A, B, dan C. Aksesibilitas terhadap data merupakan salah satu isu penting penelitian. Tidak semua sub-indikator penyusun SIB sebagaimana yang dibahas pada sub bagian indikator SIB dapat diperoleh. Hal ini menyebabkan hanya sebagian sub-indikator yang digunakan dalam simulasi penelitian ini dan beberapa diantaranya diestimasi dengan menggunakan sub-indikator yang sesuai dalam laporan SPI tersebut.

Dari 3 sub-indikator penyusun indikator *size*, hanya 2 sub-indikator yang digunakan, yaitu eksposur pada neraca yang diestimasi dengan nilai perkembangan asset bank (A1) dan komponen eksposur pada rekening administratif yang diestimasi dengan nilai kewajiban komitmen dan kewajiban kontijensi (A2). Selanjutnya, ketiga sub-indikator penyusun indikator *interconnectedness* digunakan dalam penelitian ini yaitu aset keuangan berupa tagihan atau penempatan kepada lembaga jasa keuangan (*intra financial system assets*) yang diestimasi dengan nilai penempatan pada bank lain (B1), kewajiban keuangan kepada lembaga jasa

keuangan (*intra financial system liabilities*) yang diestimasi dengan nilai kewajiban pada bank lain (B2) dan surat berharga yang diterbitkan oleh Bank (*securities outstanding*) diestimasi dengan nilai Surat Berharga yang diterbitkan (B3). Terakhir, dari 4 sub-indikator penyusun indikator *complexity*, hanya 1 sub-indikator yang digunakan, yaitu indikator domestik yang bersifat spesifik. Sub-indikator tersebut terdiri atas 6 sub-indikator yang lebih kecil, 5 diantaranya digunakan dalam penelitian ini, yaitu nilai *outstanding* bank garansi yang diestimasi dengan nilai setoran jaminan (C1), nilai *outstanding irrevocable letter of credit* yang diestimasi dengan nilai *irrevocable L/C* yang masih berjalan (C2), jumlah rekening dana pihak ketiga yang diestimasi dengan nilai total dana pihak ketiga (DPK) (C3), jumlah rekening kredit diestimasi dengan nilai kredit yang diberikan (C4), dan jumlah kantor cabang dalam dan luar negeri diestimasi dengan variabel jumlah kantor (C5). Daftar lengkap variabel yang digunakan dalam penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

TABEL-1: Variabel penelitian

Indikator	Estimator sub-indikator	Satuan
Size (A)	Perkembangan Aset Bank (A1)	Milyar Rupiah
	Kewajiban Komitmen dan Kewajiban Kontijensi (A2)	Milyar Rupiah
Interconnectedness (B)	Penempatan pada Bank Lain (B1)	Milyar Rupiah
	Kewajiban kepada Bank lain (B2)	Milyar Rupiah
	Surat Berharga yang Diterbitkan (B3)	Milyar Rupiah
Complexity (C)	Setoran Jaminan (C1)	Milyar Rupiah
	Irrevocable L/C yang Masih Berjalan (C2)	Milyar Rupiah
	Dana Pihak Ketiga (C3)	Milyar Rupiah
	Kredit yang Diberikan (C4)	Milyar Rupiah
	Jumlah Kantor (C5)	Unit

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Metode dan Proses Analisis Data

Secara umum, analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini di bagi menjadi 3 bagian utama.

- Melakukan transformasi data (sub-indikator) keenam kelompok perbankan dengan dua jenis transformasi yang berbeda. Metode pembobotan seimbang (*equal weight*) menggunakan data dalam bentuk transformasi basis poin, sedangkan metode pembobotan PCA menggunakan data dalam bentuk transformasi standarisasi (*Z-Score*).
- Menghitung SIS keenam kelompok perbankan di Indonesia dengan menggunakan 3 metode pembobotan yang berbeda, yaitu bobot seimbang (*equal weight*) POJK, bobot PCA (*eigenvector*) satu PC pertama (PCA1), dan bobot PCA (*eigenvector*) dua PC pertama (PCA2).
- Membandingkan hasil perhitungan SIS ketiga metode pembobotan yang berbeda dengan masing-masing indikator dan sub-indikatornya melalui statistik nilai korelasi. Dengan demikian, terdapat 13 skema perhitungan korelasi (3 terhadap indikator dan 10 terhadap sub-indikator) untuk masing-masing metode pembobotan pada setiap kelompok perbankannya. Nilai korelasi akan memberikan gambaran besarnya hubungan linear antara hasil perhitungan SIS berdasarkan metode pembobotan tertentu dengan masing-masing indikator dan sub-indikator penyusunnya. Semakin besar nilai korelasi (positif maupun negatif) antara hasil perhitungan SIS dengan indikator atau sub-indikatornya maka semakin baik metode pembobotan yang digunakan dalam menghitung SIS kelompok perbankan tersebut. Hasil perhitungan SIS yang memiliki korelasi yang kuat dengan indikator maupun sub-indikator penyusunnya menunjukkan bahwa metode pembobotan yang digunakan tersebut mampu mengakomodir secara seimbang pengaruh indikator maupun sub-indikatornya dalam proses perhitungan SIS. Untuk mempermudah sistem perbandingan, nilai korelasi absolut tertinggi diantara ketiga metode pembobotan

akan diberi poin 1 sehingga poin maksimal yang dapat diperoleh sebuah metode pembobotan untuk setiap kelompok perbankannya adalah sebanyak 13 poin (100%). Sistem pembobotan yang paling baik ditentukan berdasarkan persentase nilai korelasi tertinggi secara keseluruhan diantara ketiga metode pembobotan yang dibandingkan pada keenam kelompok perbankan yang dianalisis. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan *software Microsoft Excel* dan *R versi 3.3.1*.

Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan SIS sebuah kelompok perbankan untuk masing-masing metode pembobotan.

Metode Pembobotan PCA (*Eigenvector*) Satu PC Pertama (PCA1)

Berdasarkan penelitian Anwar (2018), langkah-langkah dalam menghitung SIS sebuah bank dengan menggunakan metode PCA satu PC pertama dapat dirangkum menjadi 5 tahapan sebagai berikut.

1. Menghitung nilai masing-masing sub-indikator dalam satuan standarisasi (*Z-Score transformation*) dengan menggunakan persamaan (1).
2. Menghitung nilai pembobotan masing-masing sub-indikator yaitu hasil perkalian antara *Z-score* masing-masing sub-indikator (langkah 1) dengan bobot (*eigenvector*) sub-indikator yang ditentukan melalui PCA dari satu PC pertama.
3. Menghitung nilai masing-masing indikator yaitu hasil penjumlahan nilai pembobotan masing-masing sub-indikator pada langkah 2 yang telah ditransformasi ulang ke dalam skala pengukuran awal, atau secara matematis ditulis sebagai persamaan (7) hingga (9).

$$I_A = ((Z_{A1} \times \gamma_{1A1}) \times \sigma_{A1} + \mu_{A1}) + ((Z_{A2} \times \gamma_{1A2}) \times \sigma_{A2} + \mu_{A2}) \quad (7)$$

$$I_B = ((Z_{B1} \times \gamma_{1B1}) \times \sigma_{B1} + \mu_{B1}) + ((Z_{B2} \times \gamma_{1B2}) \times \sigma_{B2} + \mu_{B2}) + ((Z_{B3} \times \gamma_{1B3}) \times \sigma_{B3} + \mu_{B3}) \quad (8)$$

$$I_C = ((Z_{C1} \times \gamma_{1C1}) \times \sigma_{C1} + \mu_{C1}) + ((Z_{C2} \times \gamma_{1C2}) \times \sigma_{C2} + \mu_{C2}) + ((Z_{C3} \times \gamma_{1C3}) \times \sigma_{C3} + \mu_{C3}) + ((Z_{C4} \times \gamma_{1C4}) \times \sigma_{C4} + \mu_{C4}) + ((Z_{C5} \times \gamma_{1C5}) \times \sigma_{C5} + \mu_{C5}) \quad (9)$$

4. Menghitung nilai pembobotan masing-masing indikator yaitu hasil perkalian antara nilai masing-masing indikator pada langkah 3 dengan bobot (*eigenvector*) indikator yang ditentukan melalui PCA dari satu PC pertama.
5. Menghitung SIS yaitu hasil penjumlahan nilai pembobotan masing-masing indikator pada langkah 4 yang telah ditransformasi ulang ke dalam skala pengukuran awal, atau secara matematis ditulis sebagai persamaan (10).

$$SIS = ((I_A \times \gamma_{1A}) \times \sigma_A + \mu_A) + ((I_B \times \gamma_{1B}) \times \sigma_B + \mu_B) + ((I_C \times \gamma_{1C}) \times \sigma_C + \mu_C) \quad (10)$$

Metode Pembobotan PCA (*Eigenvector*) Dua PC Pertama (PCA2)

Salah satu pengembangan metode pembobotan PCA berdasarkan penelitian Anwar (2018) adalah dengan menggunakan dua PC pertama dalam PCA. Langkah-langkah dalam perhitungan SIS sebuah bank dengan menggunakan metode PCA dua PC pertama dapat dirangkum menjadi 5 tahapan sebagai berikut.

1. Menghitung nilai masing-masing sub-indikator dalam satuan standarisasi (*Z-Score transformation*) dengan menggunakan persamaan (1).
2. Menghitung nilai pembobotan masing-masing sub-indikator yaitu hasil perkalian antara *Z-score* masing-masing sub-indikator (langkah 1) dengan bobot (*eigenvector*) sub-indikator yang ditentukan melalui PCA dari dua PC pertama.
3. Menghitung nilai masing-masing indikator yaitu hasil penjumlahan nilai pembobotan masing-masing sub-indikator pada langkah 2 yang telah ditransformasi ulang ke dalam skala pengukuran awal, atau secara matematis ditulis sebagai persamaan (11) hingga (13).

$$I_A = ((Z_{A1} \times (\gamma_{1A1} + \gamma_{2A1})) \times \sigma_{A1} + \mu_{A1}) + ((Z_{A2} \times (\gamma_{1A2} + \gamma_{2A2})) \times \sigma_{A2} + \mu_{A2}) \quad (11)$$

$$I_B = ((Z_{B1} \times (\gamma_{1_{B1}} + \gamma_{2_{B1}})) \times \sigma_{B1} + \mu_{B1}) + ((Z_{B2} \times (\gamma_{1_{B2}} + \gamma_{2_{B2}})) \times \sigma_{B2} + \mu_{B2}) + ((Z_{B3} \times (\gamma_{1_{B3}} + \gamma_{2_{B3}})) \times \sigma_{B3} + \mu_{B3}) \tag{12}$$

$$I_C = ((Z_{C1} \times (\gamma_{1_{C1}} + \gamma_{2_{C1}})) \times \sigma_{C1} + \mu_{C1}) + ((Z_{C2} \times (\gamma_{1_{C2}} + \gamma_{2_{C2}})) \times \sigma_{C2} + \mu_{C2}) + ((Z_{C3} \times (\gamma_{1_{C3}} + \gamma_{2_{C3}})) \times \sigma_{C3} + \mu_{C3}) + ((Z_{C4} \times (\gamma_{1_{C4}} + \gamma_{2_{C4}})) \times \sigma_{C4} + \mu_{C4}) + ((Z_{C5} \times (\gamma_{1_{C5}} + \gamma_{2_{C5}})) \times \sigma_{C5} + \mu_{C5}) \tag{13}$$

4. Menghitung nilai pembobotan masing-masing indikator yaitu hasil perkalian antara nilai masing-masing indikator pada langkah 3 dengan bobot (*eigenvector*) indikator yang ditentukan melalui PCA dari dua PC pertama.
6. Menghitung SIS yaitu hasil penjumlahan nilai pembobotan masing-masing indikator pada langkah 4 yang telah ditransformasi ulang ke dalam skala pengukuran awal, atau secara matematis ditulis sebagai persamaan (14).

$$SIS = ((I_A \times (\gamma_{1_A} + \gamma_{2_A})) \times \sigma_A + \mu_A) + ((I_B \times (\gamma_{1_B} + \gamma_{2_B})) \times \sigma_B + \mu_B) + ((I_C \times (\gamma_{1_C} + \gamma_{2_C})) \times \sigma_C + \mu_C) \tag{14}$$

dimana I_l adalah nilai indikator ke- l (*size* (A), *interconnectedness* (B), *complexity* (C)), Z_{lk} adalah *Z-score* untuk indikator ke- l sub-indikator ke- k , $\gamma_{j_{lk}}$ adalah *eigenvector* untuk indikator ke- l sub-indikator ke- k dari j PC pertama, γ_{j_l} adalah *eigenvector* untuk indikator ke- l dari j PC pertama, σ_{lk} adalah nilai standar deviasi dari data asli untuk indikator ke- l sub-indikator ke- k , σ_l adalah nilai standar deviasi dari data asli untuk indikator ke- l , μ_{lk} adalah nilai rata-rata dari data asli untuk indikator ke- l sub-indikator ke- k dan μ_l adalah nilai rata-rata dari data asli untuk indikator ke- l .

Metode Pembobotan Seimbang (*Equal Weight*) POJK

Berdasarkan POJK No.46/POJK.03/2015, langkah-langkah dalam menghitung SIS sebuah bank dapat dirangkum menjadi 5 tahapan sebagai berikut.

1. Menghitung nilai masing-masing sub-indikator dalam satuan basis poin terhadap nilai agregat industri perbankan dengan menggunakan persamaan (15)

$$Y_i = \left(\frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \right) \times 100 \tag{15}$$

Dimana Y_i adalah hasil transformasi basis poin data ke- i dan x_i adalah data ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$).

2. Menghitung nilai pembobotan masing-masing sub-indikator yaitu hasil perkalian antara basis poin masing-masing sub-indikator (langkah 1) dengan bobot sub-indikator bersesuaian yang sama besar.
3. Menghitung nilai masing-masing indikator yaitu hasil penjumlahan nilai pembobotan masing-masing sub-indikator pada langkah 2, atau secara matematis ditulis sebagai persamaan (16) hingga (18).

$$I_A = \left(Y_{A1} \times \left(\frac{1}{2} \right) \right) + \left(Y_{A2} \times \left(\frac{1}{2} \right) \right) \tag{16}$$

$$I_B = \left(Y_{B1} \times \left(\frac{1}{3} \right) \right) + \left(Y_{B2} \times \left(\frac{1}{3} \right) \right) + \left(Y_{B3} \times \left(\frac{1}{3} \right) \right) \tag{17}$$

$$I_C = \left(Y_{C1} \times \left(\frac{1}{5} \right) \right) + \left(Y_{C2} \times \left(\frac{1}{5} \right) \right) + \left(Y_{C3} \times \left(\frac{1}{5} \right) \right) + \left(Y_{C4} \times \left(\frac{1}{5} \right) \right) + \left(Y_{C5} \times \left(\frac{1}{5} \right) \right) \tag{18}$$

4. Menghitung nilai pembobotan masing-masing indikator yaitu hasil perkalian antara nilai masing-masing indikator pada langkah 3 dengan bobot indikator bersesuaian yang sama besar.
5. Menghitung SIS yaitu hasil penjumlahan nilai pembobotan masing-masing indikator pada langkah 4, atau secara matematis ditulis sebagai persamaan (19)

$$SIS = \left(I_A \times \left(\frac{1}{3} \right) \right) + \left(I_B \times \left(\frac{1}{3} \right) \right) + \left(I_C \times \left(\frac{1}{3} \right) \right) \tag{19}$$

dimana I_l adalah nilai indikator ke- l (*size* (A), *interconnectedness* (B), *complexity* (C)) dan Y_{lk} adalah basis poin untuk indikator ke- l sub-indikator ke- k .

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Eksplorasi Data Penelitian

Eksplorasi data bertujuan untuk melihat gambaran awal data penelitian melalui statistik deskriptif berupa nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan standar deviasinya. Nilai statistik deskriptif dari semua sub-indikator SIB pada semua kelompok perbankan ditampilkan pada Lampiran 1. Secara umum, dua kelompok perbankan dengan nilai statistik deskriptif sub-indikator SIB yang paling besar adalah kelompok perbankan BUSN Devisa dan Persero. Di sisi lain, kelompok perbankan BUSN Non Devisa merupakan kelompok dengan nilai deskriptif sub-indikator SIB yang paling rendah.

Perhitungan *Systemic Importance Score* (SIS)

Secara umum, perhitungan SIS dengan ketiga metode pembobotan memiliki langkah-langkah yang sama, yaitu dengan menggunakan 5 langkah utama perhitungan SIS. Perbedaan mendasar antara ketiganya terletak pada metode pemberian bobot untuk masing-masing indikator dan sub-indikatornya. Metode PCA, baik dengan 1 PC pertama maupun dengan 2 PC pertama menggunakan *eigenvector* sebagai bobot, sedangkan metode PJOK menggunakan bobot seimbang (*equal weight*) bagi semua indikator dan sub-indikatornya. Perbedaan lainnya terletak pada jenis transformasi data yang digunakan. Sistem pembobotan PCA menggunakan transformasi *Z-Score*, sedangkan metode PJOK menggunakan transformasi basis poin. Sebagai ilustrasi, proses perhitungan nilai SIS dengan ketiga metode pembobotan tersebut diaplikasikan pada data kelompok perbankan Persero.

Perhitungan SIS Metode Pembobotan PCA dengan Satu PC Pertama (PCAI)

Perhitungan SIS dengan metode PCA satu PC pertama diawali dengan melakukan transformasi data masing-masing sub-indikator SIB ke dalam bentuk *Z-Score* dengan menggunakan persamaan (1). Selanjutnya dihitung nilai *eigenvalue* dan *eigenvector* dari masing-masing sub-indikatornya. Nilai *eigenvalue* dan kumulatif *explained variance* yang dijelaskan oleh satu PC pertama terlihat berbeda antar kelompok perbankannya sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 2.

TABEL-2: Nilai *eigenvalue* dan kumulatif *explained variance* metode PCA

Indikator	Jumlah PC	Kumulatif <i>Eigenvalue</i>	Kumulatif <i>Expalined variance</i> (%)
Sub-indikator dalam <i>Size</i> (A)	1	1,964	88,13
	2	2,000	100,00
Sub-indikator dalam <i>Interconnectedness</i> (B)	1	2,307	56,51
	2	2,736	80,88
Sub-indikator dalam <i>Complexity</i> (C)	1	2,693	39,30
	2	3,911	65,73
Keseluruhan Indikator	1	2,912	83,25
	2	2,997	97,48

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Satu PC pertama pada sub-indikator *size* mampu menjelaskan 88,13% dari total variansi dalam data dengan nilai *eigenvalue* sebesar 1,694. Di sisi lain, sub-indikator *interconnectedness* dan *complexity* masing-masing mampu menjelaskan 65,51% dan 39,30% dari total variansi dalam datanya dengan nilai *eigenvalue* masing-masing sebesar 2,307 dan 2,693. Tahap selanjutnya yaitu proses perhitungan nilai SIS pada langkah 2 hingga 5 dengan menggunakan *eigenvector* dari satu PC pertama sebagai bobot pada tahap perhitungan sub-indikator terboboti (langkah 2) dan tahap perhitungan indikator terboboti (langkah 4). Nilai *eigenvector* (bobot) satu PC pertama dari masing-masing indikator dan sub-indikator kelompok perbankan Persero ditampilkan pada Tabel 3.

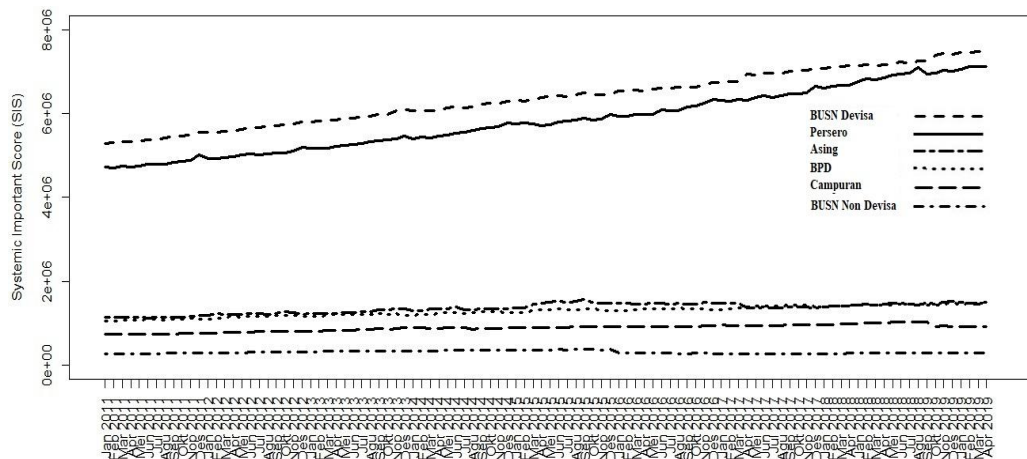
TABEL-3: Nilai *eigenvector* (bobot) satu PC pertama kelompok perbankan Persero

Indikator	Bobot Indikator	Estimator sub-indikator	Bobot Sub-Indikator
Size (A)	0,581	Perkembangan Aset Bank (A1)	0,707
		Kewajiban Komitmen dan Kewajiban Kontijensi (A2)	0,707
Interconnectedness (B)	0,569	Penempatan pada Bank Lain (B1)	0,571
		Kewajiban kepada Bank lain (B2)	0,560
		Surat Berharga yang Diterbitkan (B3)	0,600
Complexity (C)	-0,582	Setoran Jaminan (C1)	0,057
		Irrevocable L/C yang Masih Berjalan (C2)	-0,245
		Dana Pihak Ketiga (C3)	-0,592
		Kredit yang Diberikan (C4)	-0,590
		Jumlah Kantor (C5)	-0,489

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Nilai *eigenvector* pada level sub-indikator *size* dan *interconnectedness* bernilai positif yang menunjukkan bahwa semua sub-indikator pada masing-masing indikator *size* dan *interconnectedness* dalam satu PC pertama tersebut berkorelasi secara positif satu dengan yang lainnya. Di lain pihak, pada sub-indikator *complexity*, nilai *eigenvector* yang negatif menunjukkan adanya sebagian sub-indikator yang berkorelasi secara negatif dalam satu PC pertama tersebut (Martin, 2017). Hal yang sama juga terlihat pada level indikatornya, dimana *eigenvector* dari indikator *size* dan *interconnectedness* bernilai positif dan *complexity* bernilai negatif. Nilai SIS kelompok perbankan Persero diperoleh setelah melalui proses perhitungan mulai dari langkah 2 hingga 5. Proses perhitungan SIS secara detail dapat dilihat pada penelitian Anwar (2018). Proses perhitungan SIS tersebut dilakukan terhadap seluruh kelompok perbankan. Nilai SIS keenam kelompok perbankan ditampilkan secara visual pada Gambar 1.

GAMBAR-1: Visualisasi hasil perhitungan SIS dengan metode PCA satu PC pertama



Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Secara umum, terlihat bahwa SIS setiap kelompok perbankan mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Dua kelompok perbankan dengan nilai SIS yang paling tinggi adalah kelompok perbankan BUSN Devisa dan Persero. Di sisi lain, perbankan BUSN Non Devisa merupakan kelompok dengan nilai SIS yang paling rendah. Kelompok perbankan BUSN Devisa dan Persero merupakan kelompok perbankan yang memiliki risiko paling tinggi dalam menimbulkan dampak sistemik terhadap sistem perbankan dan keuangan nasional apabila mengalami kegagalan. Sebaliknya, kelompok perbankan BUSN Non Devisa merupakan kelompok perbankan dengan risiko yang paling rendah.

Perhitungan SIS Metode Pembobotan PCA dengan Dua PC Pertama (PCA2)

Sama halnya dengan proses perhitungan SIS dengan satu PC pertama, seluruh sub-indikator SIB juga harus ditransformasi ke dalam *Z-Score* dan selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai *eigenvalue* dan *eigenvector*-nya. Besarnya nilai *eigenvalue* dan kumulatif *explained variance* yang dijelaskan oleh dua PC pertama juga ditampilkan pada Tabel 2. Sebagai tambahan, indikator *size* hanya terdiri dari dua sub-indikator, sehingga nilai kumulatif *explained variance* dari dua PC pertama adalah sebesar 100,00% dengan *eigenvalue* sebesar 2. Sebagai tambahan, total variansi dalam data yang dapat dijelaskan oleh dua PC pertama untuk indikator *interconnectedness* dan *complexity* masing-masing adalah sebesar 80,88% dan 65,73%.

Proses perhitungan SIS dengan menggunakan dua PC pertama pada prinsipnya sama dengan proses perhitungan dengan menggunakan satu PC pertama. Perbedaannya hanya terletak pada bobot (*eigenvector*) yang digunakan. Perhitungan SIS dengan dua PC pertama menggunakan hasil penjumlahan *eigenvector* pada PC pertama dan PC kedua sebagai total bobotnya sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 4.

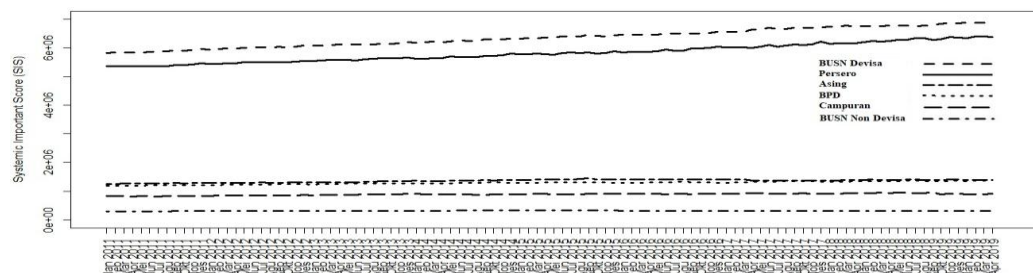
TABEL-4: Nilai *eigenvector* (bobot) dua PC pertama kelompok perbankan Persero

Indikator	Bobot Indikator	Estimator sub-indikator	Bobot Sub-Indikator
Size (A)	0,173	Perkembangan Aset Bank (A1)	1,414
		Kewajiban Komitmen dan Kewajiban Kontijensi (A2)	0,000
Interconnectedness (B)	1,391	Penempatan pada Bank Lain (B1)	1,219
		Kewajiban kepada Bank lain (B2)	-0,196
		Surat Berharga yang Diterbitkan (B3)	0,690
Complexity (C)	-0,185	Setoran Jaminan (C1)	-0,823
		Irrevocable L/C yang Masih Berjalan (C2)	-0,397
		Dana Pihak Ketiga (C3)	-0,450
		Kredit yang Diberikan (C4)	-0,427
		Jumlah Kantor (C5)	-0,883

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Tabel 4 menunjukkan bahwa *eigenvector* seluruh sub-indikator *size* bernilai positif, sedangkan untuk sub-indikator *interconnectedness* terdapat 1 dari 3 sub-indikator yang bernilai negatif. Sejalan dengan hasil pada satu PC pertama, kelima sub-indikator *complexity* juga bernilai negatif pada dua PC pertama. Sebagai catatan, *eigenvector* pada sub-indikator *size* yang kedua bernilai nol karena nilai *eigenvector* pada satu dan dua PC pertama bernilai sama namun berlawanan arah (positif dan negatif) sehingga penjumlahan keduanya bernilai nol. Hasil perhitungan SIS kelompok perbankan Persero dan kelima kelompok perbankan lainnya ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.

GAMBAR-2: Vasualisasi hasil perhitungan SIS dengan metode PCA dua PC pertama



Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa keenam kelompok perbankan cenderung memiliki SIS yang semakin besar seiring pertambahan waktu. Perbankan BUSN Devisa dan Persero merupakan dua kelompok perbankan dengan SIS yang paling tinggi, sedangkan perbankan BUSN Non Devisa merupakan kelompok dengan SIS yang paling rendah. Dengan demikian, kelompok perbankan BUSN Devisa dan Persero merupakan kelompok perbankan yang memiliki risiko paling besar dalam menimbulkan dampak sistemik apabila mengalami kegagalan.

Perhitungan SIS Metode Pembobotan Seimbang (POJK)

Meskipun menggunakan 5 langkah perhitungan SIS yang sama, namun proses perhitungan SIS dengan metode pembobotan seimbang (*equal weight*) lebih sederhana daripada metode pembobotan PCA. Hal ini dikarenakan besarnya bobot yang diberikan untuk setiap sub-indikator maupun indikator SIB dalam metode POJK adalah sama besar (*equal weight*) dan ditampilkan pada Tabel 5.

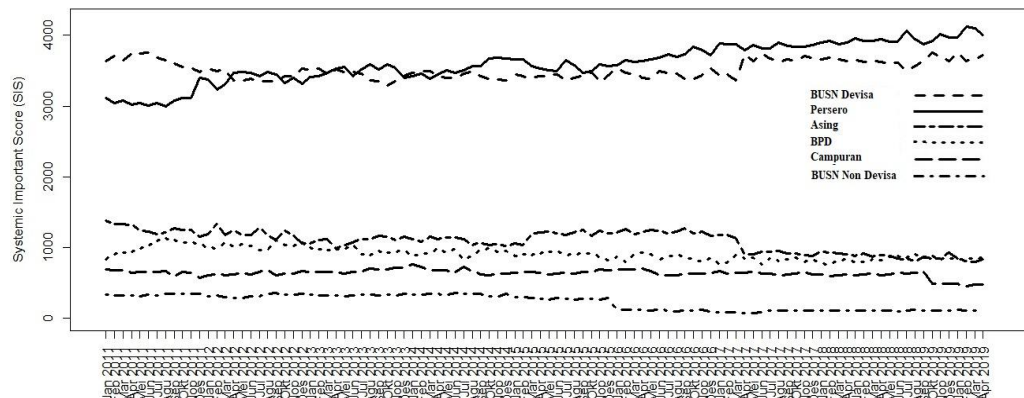
TABEL-5: Bobot indikator dan sub-indikator SIB metode POJK

Indikator	Bobot Indikator	Estimator sub-indikator	Bobot Sub-Indikator
Size (A)	0,333	Perkembangan Aset Bank (A1)	0,500
		Kewajiban Komitmen dan Kewajiban Kontijensi (A2)	0,500
		Interconnectedness (B)	0,333
Kewajiban kepada Bank lain (B2)	0,333		
Surat Berharga yang Diterbitkan (B3)	0,333		
Complexity (C)	0,333	Setoran Jaminan (C1)	0,200
		Irrevocable L/C yang Masih Berjalan (C2)	0,200
		Dana Pihak Ketiga (C3)	0,200
		Kredit yang Diberikan (C4)	0,200
		Jumlah Kantor (C5)	0,200

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Berbeda dengan metode PCA, bobot indikator maupun sub-indikator pada Tabel 5 berlaku untuk semua kelompok perbankan. Proses perhitungan SIS dengan metode bobot seimbang POJK didahului oleh proses transformasi data sub-indikator SIB ke dalam satuan basis poin dengan menggunakan persamaan (15). Visualisasi skor sistemik (SIS) keenam kelompok perbankan yang diperoleh setelah melalui 5 langkah proses perhitungan SIS ditampilkan pada Gambar 3.

GAMBAR-3: Vasualisasi hasil perhitungan SIS dengan metode bobot seimbang POJK



Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Metode bobot seimbang POJK menghasilkan perhitungan SIS yang sedikit berbeda dengan metode PCA. Skor sistemik beberapa kelompok perbankan terlihat saling berpotongan di beberapa periode waktu seperti yang terjadi antara kelompok perbankan BUSN Devisa dan Persero. Pada awal periode (tahun 2011), SIS kelompok perbankan BUSN Devisa terlihat lebih tinggi daripada kelompok perbankan Persero. Namun demikian, pada pertengahan hingga akhir periode (tahun 2016 ke atas), terlihat bahwa SIS kelompok perbankan Persero lebih besar dari pada kelompok perbankan BUSN Devisa. Hal ini berbeda dengan hasil perhitungan metode PCA, baik dengan satu PC pertama maupun dengan dua PC Pertama. Pada perhitungan metode PCA, SIS kelompok perbankan BUSN Devisa selalu lebih tinggi dari pada skor sistemik kelompok perbankan Persero pada semua periode waktu (awal hingga akhir). Meskipun saling berpotongan, kedua kelompok perbankan tersebut memiliki skor sistemik (SIS) yang relatif lebih tinggi dari pada kelompok perbankan lainnya. Sebagai tambahan, skor sistemik kelompok Bank Asing dan BPD juga terlihat saling berpotongan di beberapa periode waktu penelitian.

Perbandingan Hasil Perhitungan SIS Antar Metode Pembobotan

Perbandingan hasil perhitungan SIS dengan ketiga metode pembobotan yang berbeda dilakukan untuk mengetahui metode pembobotan mana yang memiliki kinerja yang paling baik. Kriteria nilai korelasi digunakan sebagai indikator performa dari masing-masing metode pembobotan. Terdapat 13 skema korelasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu korelasi antara SIS dengan indikatornya (3 skema) dan korelasi antara SIS dengan sub-indikatornya (10 skema). Metode pembobotan yang menghasilkan SIS yang memiliki nilai korelasi yang paling tinggi dengan masing-masing indikator dan sub-indikatornya merupakan metode yang paling baik dalam perhitungan SIS sebuah kelompok perbankan. Nilai korelasi yang tinggi menunjukkan adanya kecenderungan, baik sejalan maupun berlawanan arah, antara SIS dengan indikator maupun sub-indikator penyusunnya. Sebuah metode pembobotan yang baik akan menghasilkan SIS yang berkorelasi kuat dengan indikator maupun sub-indikator penyusunnya.

Dua metode korelasi yang paling sering dipakai adalah korelasi *Pearson product moment* dan *Spearman's rank*. Korelasi *Pearson product moment* digunakan apabila kedua variabel yang dibandingkan memiliki distribusi normal. Apabila salah satu atau keduanya tidak berdistribusi normal maka digunakan metode korelasi non-parametrik *Spearman's rank*. Hal ini dilakukan agar uji kecocokan distribusi normal perlu dilakukan terhadap hasil perhitungan SIS, indikator, dan sub-indikator penyusunnya. *Shapiro-wilk test* dipilih sebagai metode statistik pengujian normalitas untuk data tersebut. Metode *Shapiro-wilk test* pada umumnya lebih baik dari pada metode *Kolmogorov-Smirnov test* (Hanusz, Tarasinska, & Zielinski, 2016; Razali & Wah, 2011). *Shapiro-wilk test* dapat digunakan untuk data yang berukuran antara 3 hingga 5000 observasi (Royston, 1995). Hasil pengujian normalitas data ditampilkan secara lengkap pada Lampiran 2.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa skor sistemik (SIS) semua kelompok perbankan yang dihitung dengan ketiga metode pembobotan yang berbeda tidak ada yang berdistribusi secara normal. Data indikator dan sub-indikator SIB menunjukkan bahwa hanya terdapat 4 variabel yang berdistribusi normal, yaitu sub-indikator B2 kelompok perbankan Persero, sub-indikator A2 dan indikator B kelompok perbankan BPD, dan terakhir sub-indikator B1 kelompok perbankan Campuran. Dengan demikian, ketiga belas skema korelasi pada keenam kelompok perbankan dianalisis dengan menggunakan metode korelasi non-parametrik *Spearman's rank*. Hasil perhitungan korelasi *Spearman's rank* untuk semua skema pada semua kelompok perbankan ditampilkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

TABEL-6: Matriks korelasi kelompok perbankan Persero, BUSN Devisa, dan BUSN Non Devisa

Korelasi		Kelompok Perbankan								
		Persero			BUSN Devisa			BUSN Non Devisa		
Skema	Keterangan	PCAI	PCA2	POJK	PCAI	PCA2	POJK	PCAI	PCA2	POJK
1	SIS - A1	1,000	0,998	0,952	1,000	0,999	0,294	0,999	0,774	0,540
2	SIS - A2	0,975	0,971	0,953	0,988	0,986	0,282	0,451	0,841	-0,194
3	SIS - B1	0,647	0,669	0,709	0,880	0,886	0,358	0,318	0,530	-0,263
4	SIS - B2	0,713	0,713	0,714	0,923	0,930	0,338	0,792	0,724	0,501
5	SIS - B3	0,988	0,987	0,939	0,947	0,946	0,299	0,771	0,495	0,808
6	SIS - C1	-0,052	-0,053	-0,041	0,473	0,472	0,382	-0,529	-0,124	-0,757
7	SIS - C2	0,534	0,527	0,490	0,558	0,554	0,285	-0,016	0,164	-0,072
8	SIS - C3	0,999	0,998	0,951	0,999	0,998	0,296	0,993	0,783	0,561
9	SIS - C4	0,999	0,998	0,951	0,999	0,998	0,293	0,995	0,782	0,493
10	SIS - C5	0,901	0,900	0,858	0,315	0,316	-0,326	0,854	0,629	0,803
11	SIS - A	0,999	0,997	0,954	1,000	0,998	0,290	0,998	0,805	0,501
12	SIS - B	0,943	0,951	0,939	0,952	0,958	0,348	0,889	0,739	0,607
13	SIS - C	1,000	0,998	0,952	1,000	0,999	0,292	0,999	0,780	0,530

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

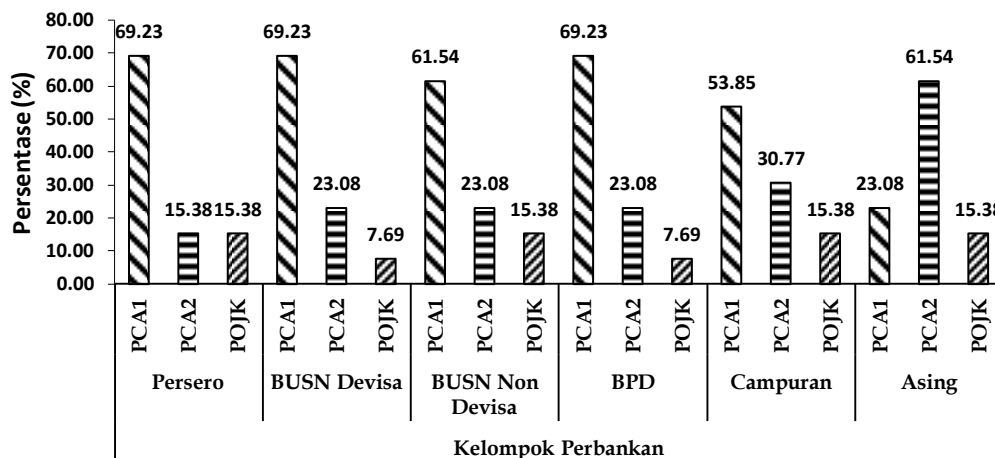
TABEL-7: Matriks korelasi kelompok perbankan BPD, Campuran, dan Asing

Korelasi		Kelompok Perbankan								
		BPD			Campuran			Asing		
Skema	Keterangan	PCAI	PCA2	POJK	PCAI	PCA2	POJK	PCAI	PCA2	POJK
1	SIS - A1	0,999	0,986	-0,734	0,994	0,969	-0,264	0,953	0,996	-0,157
2	SIS - A2	0,612	0,683	-0,383	0,987	0,927	-0,320	0,978	0,890	-0,295
3	SIS - B1	0,538	0,560	-0,098	0,368	0,534	0,335	0,595	0,618	-0,232
4	SIS - B2	0,723	0,685	-0,598	0,892	0,874	-0,162	0,753	0,805	-0,106
5	SIS - B3	0,258	0,248	0,006	0,716	0,753	-0,074	-0,673	-0,681	0,527
6	SIS - C1	0,203	0,235	-0,245	0,613	0,620	-0,016	-0,052	0,133	0,641
7	SIS - C2	-0,810	-0,792	0,771	-0,151	-0,107	0,246	-0,176	-0,116	0,429
8	SIS - C3	0,986	0,978	-0,711	0,957	0,950	-0,212	0,849	0,933	-0,048
9	SIS - C4	0,989	0,973	-0,787	0,963	0,951	-0,143	0,861	0,892	-0,197
10	SIS - C5	0,986	0,968	-0,791	-0,091	0,011	0,289	-0,790	-0,722	0,621
11	SIS - A	0,999	0,989	-0,735	0,997	0,949	-0,313	0,995	0,931	-0,277
12	SIS - B	0,731	0,739	-0,254	0,868	0,942	0,025	0,714	0,750	-0,188
13	SIS - C	0,999	0,989	-0,750	0,962	0,959	-0,152	0,877	0,942	-0,078

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Untuk mempermudah sistem penilaian, metode pembobotan yang menghasilkan nilai korelasi absolut yang paling tinggi pada setiap skema diberi poin 1. Dengan demikian, poin maksimal yang mungkin diperoleh sebuah metode pembobotan pada setiap kelompok perbankannya adalah sebesar 13 poin. Total poin yang diperoleh masing-masing metode pembobotan pada setiap kelompok perbankan ditampilkan dalam bentuk persentase pada Gambar 4.

GAMBAR-4: Persentase total poin berdasarkan kriteria nilai korelasi tertinggi



Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa metode pembobotan PCA dengan satu PC pertama (PCA1) memiliki total poin yang paling tinggi pada 5 dari 6 kelompok perbankan. Total poin yang diperoleh pada masing-masing kelompok perbankan tersebut adalah sebesar 69,23% pada kelompok perbankan Persero, BUSN Devisa dan BPD, selanjutnya 61,54% pada kelompok perbankan BUSN Non Devisa, dan 53,85% pada kelompok perbankan Campuran. Di sisi lain, untuk kelompok perbankan Asing, metode pembobotan PCA dengan dua PC pertama (PCA2) merupakan metode dengan total poin yang paling tinggi sebesar 61,54%. Secara keseluruhan, metode pembobotan PCA dengan satu PC pertama (PCA1) memiliki rata-rata poin sebesar 57,69%, disusul oleh metode pembobotan PCA dengan dua PC pertama (PCA2) dengan rata-rata poin sebesar 29,49%. Selain itu, metode pembobotan seimbang (POJK) memiliki rata-rata poin yang paling rendah sebesar 12,82%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode pembobotan PCA dengan satu PC pertama (PCA1) menghasilkan skor sistemik yang memiliki korelasi yang paling tinggi dengan indikator dan sub-indikator penyusunnya dibandingkan dengan kedua metode pembobotan lainnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode pembobotan PCA dengan satu PC pertama (PCA1) merupakan metode pembobotan terbaik dalam perhitungan SIS sebuah kelompok perbankan di Indonesia.

Terdapat beberapa catatan penting dalam penelitian ini, terutama yang berkaitan dengan aksesibilitas terhadap data penelitian (sub-indikator SIB yang digunakan). Karena terbatasnya akses terhadap data penelitian, maka beberapa sub-indikator SIB yang digunakan perlu diestimasi dengan sub-indikator lain yang paling sesuai dalam laporan SPI. Selanjutnya, simulasi perhitungan SIS dalam penelitian ini hanya menggunakan data sub-indikator dari kelompok perbankan. Penggunaan data perbankan secara individual akan meningkatkan kualitas hasil penelitian. Terakhir, sistem pembobotan PCA saat ini masih sulit digunakan karena payung hukum yang tersedia (PJOK No.46/POJK.03/2015) belum mengakomodasi penggunaan historis data dalam penentuan bobot sebuah indikator maupun sub-indikator SIB. Meskipun demikian, penelitian ini telah memberikan sebuah bukti ilmiah (*scientific evidence*) bagi OJK maupun BI untuk mencoba alternatif sistem pembobotan lain yang lebih baik dalam proses penilaian SIB sebuah bank di Indonesia.

5. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penentuan metode pembobotan yang baik dalam perhitungan *Systemic Importance Score* (SIS) merupakan hal yang krusial dalam upaya meminimalkan risiko terjadinya dampak sistemik pada sistem perbankan dan keuangan nasional akibat kesalahan dalam

pengelompokkan kategori (*bucket*) sebuah bank. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi metode pembobotan indikator dan sub-indikator SIB dalam perhitungan skor sistemik (SIS) kelompok perbankan di Indonesia. Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode pembobotan PCA dengan satu PC pertama (PCAI) merupakan metode pembobotan yang lebih baik daripada metode pembobotan seimbang (*equal weight*) yang digunakan Otoritas Jasa Keuangan (OJK) saat ini. Metode pembobotan PCAI menghasilkan skor sistemik (SIS) yang memiliki nilai korelasi paling tinggi dengan indikator maupun sub-indikator penyusunnya. Hal ini menunjukkan bahwa skor sistemik yang dihasilkan metode ini paling sejalan (*linear*) dengan indikator maupun sub-indikator penyusunnya dibandingkan dengan metode lainnya yang dievaluasi dalam penelitian ini. Dari 13 skema korelasi yang digunakan, metode pembobotan PCAI memiliki rata-rata poin sebesar 57,69%, jauh berada di atas metode pembobotan PCA dengan dua PC pertama (29,49%) dan metode bobot seimbang POJK yang digunakan saat ini (12,82%).

Hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu dasar atau pijakan bagi OJK dan Bank Indonesia (BI) dalam melakukan kajian lebih lanjut terkait dengan sistem pembobotan SIS yang digunakan saat ini. Hal ini mengingat sistem pembobotan tersebut memiliki performa yang lebih rendah dari pada metode pembobotan alternatif yang ditawarkan dalam penelitian ini. OJK dan BI dapat menggunakan pendekatan pembobotan PCA dalam menghitung skor sistemik (SIS) dari seluruh bank yang ada dalam sistem perbankan nasional. Dengan penggunaan pendekatan ini, bank-bank yang berpotensi besar akan menimbulkan dampak sistemik terhadap sistem perbankan dan keuangan nasional dapat dipetakan sejak dini. Bank-bank yang memiliki skor sistemik (SIS) yang tinggi harus mendapatkan perhatian dan pengawasan yang lebih ketat dari pihak-pihak terkait seperti OJK, BI maupun Lembaga Penjamin Simpanan (LPS). Kelompok perbankan BUSN Devisa dan Persero merupakan dua kelompok perbankan dengan skor sistemik (SIS) yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perbankan lainnya. Oleh karena itu, bank-bank yang termasuk dalam kedua kelompok tersebut disarankan untuk mendapatkan pengawasan yang lebih ketat dibandingkan dengan bank-bank pada kelompok lainnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S. (2018). Modifikasi Pembobotan Systemic Important Score dengan Principal Component Analysis. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 18(2), 128–151. <https://doi.org/10.21002/jepi.v18i2.748>
- Băluță, A.-Ștefania, & Nistor, S. (2019). Systemically Important Banks in Europe: Risk, Complexity and Cross-Jurisdictional Activities. *Review of Economic and Business Studies*, 12(01), 163–182. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/rebs-2019-0088>
- BCBS. (2013). *Global systemically important banks: updated assessment methodology and the higher loss absorbency requirement*. Basel: Bank for International Settlements. Retrieved from <https://www.bis.org/publ/bcbs255.htm>
- Chen, Y., Shi, Y., Wei, X., & Zhang, L. (2014). Domestic systemically important banks: A quantitative analysis for the Chinese banking system. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, 1–19. <https://doi.org/10.1155/2014/819371>
- Filmer, D., & Pritchett, L. (1999). The Effect of Household Wealth on Educational Attainment: Evidence from 35 Countries. *Population and Development Review*, 25(1), 85–120.
- Global Adult Tobacco Survey Collaborative Group. (2010). *Global Adult Tobacco Survey (GATS) GTSS: Sample Weights Manual, Version 2.0*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention.
- Gogtay, N. J., & Thatte, U. M. (2017). Principles of Correlation Analysis. *Journal of The Association of Physicians of India*, 65, 78–81.
- Hanusz, Z., Tarasinska, J., & Zielinski, W. (2016). Shapiro-Wilk Test with Known Mean. *REVSTAT-Statistical Journal*, 14(1), 89–100.

- Harapan, H., Anwar, S., Bustaman, A., Radiansyah, A., Angraini, P., Fasli, R., ... Mueller, R. (2016). Modifiable determinants of attitude towards dengue vaccination among healthy inhabitants of Aceh, Indonesia: Findings from a community-based survey. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(11), 1115–1122. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.07.036>
- Harapan, H., Anwar, S., Bustaman, A., Radiansyah, A., Angraini, P., Fasli, R., ... Müller, R. (2016). Community Willingness to Participate in a Dengue Study in Aceh Province, Indonesia. *PLOS ONE*, 11(7), e0159139. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159139>
- Harapan, H., Anwar, S., Setiawan, A. M., Sasmono, R. T., & Aceh Dengue Study. (2016). Dengue vaccine acceptance and associated factors in Indonesia: A community-based cross-sectional survey in Aceh. *Vaccine*, 34(32), 3670–3675. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.05.026>
- Härdle, W. K., & Simar, L. (2003). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Berlin: Springer.
- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065), 1–16. <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- Karamzadeh, S., Abdullah, S. M., Manaf, A. A., Zamani, M., & Hooman, A. (2013). An Overview of Principal Component Analysis. *Journal of Signal and Information Processing*, 4, 173–175. <https://doi.org/10.4236/jsip.2013.43B031>
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied linear statistical models* (Fifth Edition). New York: McGraw-Hill.
- Luo, S., Chen, T., & Jian, L. (2018). Using Principal Component Analysis and Least Squares Support Vector Machine to Predict the Silicon Content in Blast Furnace System. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 14(04), 149–162.
- Martin, K. G. (2017). In Principal Component Analysis, Can Loadings Be Negative? Retrieved November 12, 2019, from <https://www.theanalysisfactor.com/principal-component-analysis-negative-loadings/>
- Moore, K., & Zhou, C. (2012). *Identifying Systemically Important Financial Institutions: Size and Other Determinants* (No. 347). *De Nederlandsche Bank Working Paper*.
- Mukaka, M. M. (2012). Statistics Corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal*, 24(3), 69–71.
- OJK. Penetapan Systemically Important Bank dan Capital Surcharge, Pub. L. No. 46/POJK.03/2015 (2015). Indonesia. Retrieved from <https://www.ojk.go.id/id/kanal/perbankan/regulasi/peraturan-ojk/Documents/Pages/POJK-46-PENETAPAN-SIB-CAPITAL-SURCHARGE/SALINAN-POJK-D-SIB-F.pdf>
- Rafique, A., Asim, M. B., & Iqbal, K. (2018). Systemic Importance of Financial Institutions: Evidence from Asian Countries. *Journal of Business & Financial Affairs*, 07(03), 1–8. <https://doi.org/10.4172/2167-0234.1000348>
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21–33.
- Rebekić, A., Lončarić, Z., Petrović, S., & Marić, S. (2015). Pearson's or Spearman's correlation coefficient - which one to use? *Poljoprivreda (Agriculture)*, 21(2), 47–54.
- Roussas, G. G. (2002). *A Course in Mathematical Statistics* (Second). Singapore: Elsevier (Singapore) Pte Ltd.
- Royston, P. (1995). Remark AS R94: A Remark on Algorithm AS 181: The W-test for Normality. *Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applied Statistics)*, 44(4), 547–551. <https://doi.org/10.2307/2986146>
- Saghir, A., Hamedani, G. G., Tazeem, S., & Khadim, A. (2017). Weighted Distributions: A Brief Review, Perspective and Characterizations. *International Journal of Statistics and Probability*, 6(3), 109–131. <https://doi.org/10.5539/ijsp.v6n3p109>
- Singh, A., & Harrison, A. (1985). Standardized principal components. *International Journal of Remote Sensing*, 6(6), 883–896. <https://doi.org/10.1080/01431168508948511>
- Tarashev, N., Borio, C., & Tsatsaronis, K. (2009). The systemic importance of financial

- institutions. *BIS Quarterly Review*, September, 75–87.
- Udovicic, M., Bazdaric, K., Bilic-Zulle, L., & Petroveckii, M. (2007). What we need to know when calculating the coefficient of correlation? *Biochemia Medica*, 17(1), 10–15. <https://doi.org/10.11613/BM.2007.002>
- Varotto, S., & Zhao, L. (2018). Systemic risk and bank size. *Journal of International Money and Finance*, 82(C), 45–70. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2017.12.002>
- Vaswani, N., & Narayanamurthy, P. (2018). Static and Dynamic Robust PCA and Matrix Completion: A Review. In *Proceedings of the IEEE* (Vol. 106, pp. 1359–1379). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2018.2844126>
- Yansaneh, I. S. (2003). *Construction and use of sample weights*. New York: United Nations (Statistics Division).
- Yao, Y., Zhu, X., Wei, L., & Li, J. (2015). A systemic importance score for identifying systemically important banks. *Procedia Computer Science*, 55, 72–81. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.009>

7. LAMPIRAN

Eksplorasi data kelompok perbankan Persero

Persero	Item	Periode	Satuan	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Size (A)	A1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	1.059.434,83	3.381.599,47	2.130.633,15	702.659,05
	A2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	21.729,58	970.073,81	511.115,81	212.121,71
Interconnectedness (B)	B1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	27.817,79	100.454,90	57.337,95	13.736,64
	B2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	19.402,97	73.009,35	40.578,30	12.168,62
	B3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	5.140,21	83.056,80	33.204,32	22.777,48
Complexity (C)	C1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	1.412,93	3.276,42	2.400,57	425,78
	C2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	18.629,19	112.772,94	34.184,13	9.823,89
	C3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	819.032,00	2.421.855,83	1.582.637,57	483.152,94
	C4	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	631.523,12	2.340.519,24	1.415.836,25	497.517,01
	C5	MI 2011 – M8 2019	Unit	4.236	18.269	15.699,02	4.272,00

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-September 2019, diolah

Eksplorasi data kelompok perbankan BUSN Devisa

BUSN Devisa	Item	Periode	Satuan	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Size (A)	A1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	1.209.515,70	3.299.745,15	2.257.575,55	624.118,66
	A2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	320.725,79	1.319.907,87	710.314,01	270.816,08
Interconnectedness (B)	B1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	32.782,86	98.745,30	58.805,02	15.165,29
	B2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	22.249,06	90.057,99	51.519,31	17.774,34
	B3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	7.928,00	35.622,53	23.220,19	8.247,25
Complexity (C)	C1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	980,87	2.261,21	1.505,47	324,09
	C2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	17.954,48	36.561,07	24.777,22	3.846,94
	C3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	977.251,00	2.426.072,85	1.736.701,80	431.991,62
	C4	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	713.297,90	2.218.654,65	1.491.667,75	418.302,68
	C5	MI 2011 – M8 2019	Unit	6.793	10.091	8.732,99	906,16

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-September 2019, diolah

Eksplorasi data kelompok perbankan BUSN Non Devisa

BUSN Non Devisa	Item	Periode	Satuan	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
<i>Size (A)</i>	A1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	72.095,34	193.149,44	120.763,62	37.951,81
	A2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	2.485,81	13.320,73	6.905,31	2.762,52
<i>Interconnectedness (B)</i>	B1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	1.120,68	7.746,25	3.153,10	1.227,43
	B2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	1.125,31	6.771,19	3.264,92	1.205,95
	B3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	349,01	6.492,33	3.514,01	1.831,23
<i>Complexity (C)</i>	C1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	5,15	33,92	16,21	9,60
	C2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	0,00	4,39	0,19	0,79
	C3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	55.326,08	147.142,56	91.440,70	29.029,38
	C4	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	49.763,34	134.356,34	82.612,49	27.096,40
	C5	MI 2011 – M8 2019	Unit	451	2.250	1.348,05	740,04

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-September 2019, diolah

Eksplorasi data kelompok perbankan BPD

BPD	Item	Periode	Satuan	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
<i>Size (A)</i>	A1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	245.015,18	701.726,29	489.279,27	127.799,03
	A2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	23.605,35	46.405,80	32.267,47	4.811,81
<i>Interconnectedness (B)</i>	B1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	23.582,10	88.519,31	48.268,08	14.023,81
	B2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	5.456,09	33.694,36	13.800,74	5.234,03
	B3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	3.762,92	13.214,33	7.336,70	1.601,12
<i>Complexity (C)</i>	C1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	206,40	564,06	288,91	63,93
	C2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	122,70	1.138,86	475,58	296,23
	C3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	196.117,00	560.664,24	393.166,97	99.676,36
	C4	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	143.483,51	445.151,88	301.518,36	86.214,62
	C5	MI 2011 – M8 2019	Unit	1.432	4.335	3.364,77	874,18

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-September 2019, diolah

Eksplorasi data kelompok perbankan Campuran

Campuran	Item	Periode	Satuan	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Size (A)	A1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	147.675,60	397.095,18	276.806,33	63.853,06
	A2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	124.343,61	382.147,66	236.012,46	69.674,36
Interconnectedness (B)	B1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	5.996,31	19.870,93	13.434,57	3.165,92
	B2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	7.221,11	25.153,55	14.969,39	4.732,33
	B3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	0,00	2.924,42	1.175,24	743,57
Complexity (C)	C1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	32,31	611,41	210,61	119,56
	C2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	3.598,84	11.344,32	6.112,68	1.634,69
	C3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	95.698,00	197.009,57	151.674,80	25.473,44
	C4	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	94.611,48	266.273,36	188.417,38	42.591,39
	C5	MI 2011 – M8 2019	Unit	243	394	338,98	45,73

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-September 2019, diolah

Eksplorasi data kelompok perbankan Asing

Asing	Item	Periode	Satuan	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Size (A)	A1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	225.559,51	531.925,06	395.409,74	83.738,25
	A2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	249.361,54	780.947,13	517.160,51	150.957,60
Interconnectedness (B)	B1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	11.316,78	43.032,77	25.745,77	7.757,10
	B2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	12.765,89	33.978,07	24.088,35	5.132,30
	B3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	0,00	2.150,00	365,70	756,07
Complexity (C)	C1	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	47,78	1.092,67	451,03	197,84
	C2	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	3.945,09	11.769,26	7.366,32	1.702,69
	C3	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	125.551,00	210.240,29	171.133,98	21.544,16
	C4	MI 2011 – M8 2019	Rp. Miliar	119.678,66	288.088,97	218.751,69	47.798,32
	C5	MI 2011 – M8 2019	Unit	44	227	103,46	47,53

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-September 2019, diolah

Pengujian asumsi normalitas data penelitian

Hasil pengujian asumsi normalitas indikator dan sub-indikator SIB kelompok perbankan

Variabel	PERSERO			BUSN DEvisa			BUSN NON DEvisa			BPD			CAMPURAN			ASING		
	w	P-value	Keputusan	w	P-value	Keputusan	w	P-value	Keputusan	w	P-value	Keputusan	w	P-value	Keputusan	w	P-value	Keputusan
A1	0,946	<0,001	TN	0,950	0,001	TN	0,877	<0,001	TN	0,954	0,001	TN	0,943	<0,001	TN	0,900	<0,001	TN
A2	0,919	<0,001	TN	0,936	<0,001	TN	0,945	<0,001	TN	0,983	0,208	N	0,959	0,003	TN	0,935	<0,001	TN
B1	0,961	0,004	TN	0,964	0,007	TN	0,963	0,006	TN	0,975	0,042	TN	0,981	0,151	N	0,949	0,001	TN
B2	0,979	0,102	N	0,940	<0,001	TN	0,929	<0,001	TN	0,945	<0,001	TN	0,952	0,001	TN	0,967	0,011	TN
B3	0,909	<0,001	TN	0,925	<0,001	TN	0,934	<0,001	TN	0,932	<0,001	TN	0,938	<0,001	TN	0,500	<0,001	TN
C1	0,945	<0,001	TN	0,929	<0,001	TN	0,866	<0,001	TN	0,809	<0,001	TN	0,888	<0,001	TN	0,874	<0,001	TN
C2	0,629	<0,001	TN	0,950	0,001	TN	0,251	<0,001	TN	0,884	<0,001	TN	0,912	<0,001	TN	0,969	0,016	TN
C3	0,950	0,001	TN	0,945	<0,001	TN	0,879	<0,001	TN	0,956	0,002	TN	0,949	0,001	TN	0,969	0,015	TN
C4	0,954	0,001	TN	0,968	0,013	TN	0,867	<0,001	TN	0,953	0,001	TN	0,924	<0,001	TN	0,901	<0,001	TN
C5	0,566	<0,001	TN	0,836	<0,001	TN	0,801	<0,001	TN	0,858	<0,001	TN	0,880	<0,001	TN	0,838	<0,001	TN
A	0,943	<0,001	TN	0,956	0,002	TN	0,872	<0,001	TN	0,958	0,002	TN	0,960	0,003	TN	0,928	<0,001	TN
B	0,969	0,017	TN	0,934	<0,001	TN	0,955	0,001	TN	0,985	0,288	N	0,967	0,012	TN	0,952	0,001	TN
C	0,954	0,001	TN	0,959	0,003	TN	0,872	<0,001	TN	0,955	0,001	TN	0,935	<0,001	TN	0,935	<0,001	TN

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Hasil pengujian asumsi normalitas skor sistemik (SIS) kelompok perbankan

Kelompok Perbankan	SIS PCA Satu PC			SIS PCA Dua PC			SIS POJK		
	w	p-value	Keputusan	w	p-value	Keputusan	w	p-value	Keputusan
Persero	0,949	0,001	TN	0,951	0,001	TN	0,961	0,004	TN
BUSN Devisa	0,959	0,002	TN	0,949	0,001	TN	0,936	<0,001	TN
BUSN Non Devisa	0,871	<0,001	TN	0,900	<0,001	TN	0,777	<0,001	TN
BPD	0,957	0,002	TN	0,964	0,006	TN	0,971	0,024	TN
Campuran	0,958	0,002	TN	0,933	<0,001	TN	0,864	<0,001	TN
Asing	0,922	<0,001	TN	0,898	<0,001	TN	0,934	<0,001	TN

Sumber: Laporan SPI Januari 2011-Agustus 2019, diolah

Keterangan: TN (Tidak Berdistribusi Normal) dan N (Berdistribusi Normal)