

ANALISIS *PRINCIPAL COMPONENT BILOTS* PADA BANK UMUM PERSERO YANG BEROPERASI DI JAWA TENGAH

Ely Fitria Rifkhatussa'diyah¹, Hasbi Yasin², Agus Rusgiyono³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM UNDIP

^{2,3}Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

Abstract

Competition among Indonesian banks today are tightening due to the good economic growth and mid social class enhancement. This competition occurs between banks and internal banks themselves. Increasing number of operating private banks enforce the government to work harder to maintain its existence. In this case, the appraisal of the bank tends to be a very important aspect in the banking business to survive today's banking industry. This study was conducted to determine how competition in the Government Bank (Persero) whom operating in Central Java with Biplot of Principal Component Analysis (PCA Biplot) method. This analysis can be applied to find out information about the relative position, the similarity between objects and diversity characteristic variable or variables in the four government banks operating in Central Java, according to several variables related to the bank's appraisal of the health measure aspects. The results obtained from this study is the variable BOPO has the greatest diversity. Among the six variable aspects of the assessment of the bank, with Bank Mandiri, Bank Rakyat Indonesia (BRI) and the Bank Tabungan Negara (BTN) leading with most superior variable ROA (Return on Assets), while Bank Negara Indonesia (BNI) is the most superior value CAR (Capital Adequacy Ratio). Diversity that can be explained is by 95.71%, which means the principal component analysis biplot is able to explain 95.71% of the total diversity of the actual data.

Keywords: *Principal Component Biplot Analysis (PCA Biplot)*, bank competition, bank's appraisal of the health measure aspects

1. Pendahuluan

Bank merupakan lembaga keuangan yang memiliki fungsi dan peranan penting dalam perekonomian nasional. Menurut Undang-Undang No.10 Tahun 1998, bank adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan atau bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat banyak. Pada saat ini, sudah tidak lagi menjadi tempat menukar, menyimpan dan meminjam uang. Seiring dengan perkembangan masyarakat, fungsi dan peranan bank juga semakin berkembang. Perkembangan bank juga tidak hanya terdapat pada kualitas fungsi dan perannya saja, tetapi juga pada kuantitas jumlah bank itu sendiri. Semakin banyaknya jenis dan macam bank di Indonesia ini, sudah tentu persaingan di industri perbankan akan semakin ketat.

Semakin banyaknya bank-bank swasta yang beroperasi menyebabkan bank pemerintah harus bekerja keras untuk mempertahankan eksistensinya. Dalam hal ini penilaian kesehatan bank menjadi aspek yang sangat penting dalam usaha bank untuk *survive* dalam industri perbankan saat ini.

Menurut Mattjik dan Sumanjaya (2011), dalam ilmu statistik, banyak metode yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan posisi relatif beberapa objek dengan beberapa variabel atau peubah secara serempak. Salah satu metodenya adalah dengan menggunakan Analisis *Principal Component Biplots (PCA Biplot)*. Biplot adalah salah satu upaya menggambarkan data-data yang ada pada tabel ringkasan dalam grafik berdimensi dua. Informasi yang diberikan oleh biplot mencakup objek dan peubah dalam satu gambar. Biplot ini pertama kali diperkenalkan oleh Gabriel pada 1971. Analisis Biplot bersifat deskriptif dengan dimensi dua yang dapat disajikan secara visual segugus objek dan variabel dalam satu grafik. Dengan penyajian seperti ini, ciri-ciri peubah atau variabel dan obyek pengamatan serta posisi relatif antar obyek pengamatan dengan peubah dapat dianalisis. Analisis ini dapat diterapkan untuk mengetahui informasi mengenai posisi relatif, kemiripan karakteristik antar objek maupun keragaman peubah atau variabel pada *commercial bank* yang beroperasi di Jawa Tengah menurut beberapa variabel yang berhubungan dengan aspek penilaian kesehatan bank.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Bank

2.1.1 Definisi Bank

Menurut Undang-Undang No.10 Tahun 1998, bank adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan atau bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat banyak. Menurut Kasmir (2005), dalam praktiknya di Indonesia, bank dibagi dalam beberapa jenis. Salah satunya jenis bank jika ditinjau dari segi fungsinya dikelompokkan menjadi Bank Sentral, Bank Umum dan Bank Perkreditan Rakyat (BPR).

2.1.2. Definisi Bank Umum (*Commercial Bank*) dan Bank Persero

Bank umum merupakan bank yang bertugas melayani seluruh jasa-jasa perbankan dan melayani segenap lapisan masyarakat, baik masyarakat perorangan maupun

lembaga-lembaga lainnya. Bank milik pemerintah merupakan bank yang akte pendirian maupun modalnya sepenuhnya dimiliki oleh Pemerintah Indonesia, sehingga seluruh keuntungan bank ini dimiliki oleh pemerintah pula. Disamping itu, terdapat pula Bank Pemerintah Daerah (BPD) terdapat di daerah tingkat I dan tingkat II masing-masing provinsi.

2.1.3. Aspek Penilaian Kesehatan Bank

Menurut Kasmir (2005), penilaian kesehatan bank terdiri dari lima aspek, yaitu :

1. Aspek Permodalan (*Capital*)

Dalam aspek ini, yang dinilai adalah permodalan yang dimiliki bank berdasarkan pada kewajiban penyediaan modal minimum bank. Penilaian tersebut didasarkan kepada CAR (*Capital Adequacy Ratio*) yang telah ditetapkan BI.

2. Aspek Kualitas Aset (*Assets*)

Dalam hal ini upaya yang dilakukan adalah untuk menilai jenis aset yang dimiliki oleh bank. Penilaian aset harus sesuai dengan peraturan dari BI.

3. Aspek Kualitas Manajemen (*Management*)

Dalam aspek ini yang dinilai adalah manajemen permodalan, manajemen kualitas aktiva, manajemen umum, manajemen rentabilitas, dan manajemen likuiditas.

4. Aspek *Earning*

Aspek ini digunakan untuk mengukur kemampuan bank dalam meningkatkan keuntungan. Kegunaan aspek ini juga untuk mengukur tingkat efisiensi usaha dan profitabilitas yang dicapai bank yang bersangkutan. Bank yang sehat adalah bank yang diukur secara rentabilitas yang terus menerus meningkat di atas standar yang telah ditetapkan. Penilaian ini meliputi rasio laba terhadap total aset (ROA) dan perbandingan biaya operasi dengan pendapatan operasi (BOPO).

5. Aspek Likuiditas (*Liquidity*)

Suatu bank dapat dikatakan likuid, apabila bank yang bersangkutan mampu membayar semua utangnya terutama utang-utang jangka pendek. Dalam hal ini yang dimaksud dengan utang-utang jangka pendek adalah simpanan masyarakat seperti simpanan tabungan, giro, dan deposito.

2.2 Matriks , Vektor, Nilai Eigen dan Vektor Eigen

Menurut Rencher (2000), sebuah matriks adalah susunan segiempat atau bujursangkar dari bilangan-bilangan atau variabel-variabel. Sebuah matriks **A** berukuran

$n \times n$ dikatakan non-singular jika nilai $|\mathbf{A}| \neq 0$ dan dikatakan singular jika $|\mathbf{A}| = 0$. Vektor adalah sebuah matriks dengan kolom atau baris tunggal. Sebuah himpunan vektor $n \times 1$ $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3, \dots, \mathbf{x}_n$ yang mempunyai sifat normal ($\mathbf{x}_i' \mathbf{x}_i = 1$ untuk semua i) dan saling ortogonal dikatakan menjadi himpunan vektor **ortonormal**. Untuk setiap matriks bujursangkar \mathbf{A} , suatu skalar λ dan suatu vektor tak nol \mathbf{x} , didapat $\mathbf{A}\mathbf{x} = \lambda\mathbf{x}$. Pada persamaan tersebut, λ merupakan nilai eigen dari \mathbf{A} dan \mathbf{x} merupakan vektor eigen.

Menurut Anton (1987), jika \mathbf{x} dan \mathbf{a} adalah vektor di ruang-2 atau di ruang-3 dan jika $\mathbf{a} \neq 0$ maka $\text{Proy}_{\mathbf{a}}\mathbf{x} = \frac{\mathbf{x} \cdot \mathbf{a}}{\|\mathbf{a}\|^2} \mathbf{a}$ (komponen vektor \mathbf{u} sepanjang \mathbf{a}).

2.4. Penguraian Nilai Singular (*Singular Value Decomposition*) dan Pengkonstruksian *Principal Component Biplots*

Analisis *principal component biplots* (*PCA Biplot*) atau juga disebut dengan *classical biplots* adalah salah satu teknik statistika deskriptif berupa representasi grafik yang dapat menyajikan secara simultan n buah objek dan p buah variabel dalam satu grafik berdimensi dua. Dengan penyajian seperti ini, ciri –ciri variabel dan objek pengamatan serta posisi relatif antara objek pengamatan dengan variabel dapat dianalisis (Jolliffe, 2010). Analisis Biplot pertama kali diperkenalkan oleh Gabriel (1971). Menurut Jolliffe (2010), analisis ini didasarkan pada *Singular Value Decomposition* (*SVD*). *SVD* bertujuan menguraikan suatu matriks \mathbf{X} berukuran $n \times p$ yang merupakan matriks peubah ganda yang terkoreksi terhadap rataannya dimana n adalah banyaknya objek pengamatan dan p adalah banyaknya peubah, menjadi 3 buah matriks. Pendekatan langsung untuk mendapatkan nilai singularnya, dengan persamaan yang digunakan adalah matriks \mathbf{X} berukuran $n \times p$ yang berisi n objek dan p variabel yang dikoreksi terhadap rata-ratanya dan mempunyai rank r , dapat dituliskan menjadi

$$\mathbf{X} = \mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}' \quad (1)$$

\mathbf{U} dan \mathbf{A} adalah matriks dengan kolom ortonormal ($\mathbf{U}'\mathbf{U} = \mathbf{A}'\mathbf{A} = \mathbf{I}_r$) dan \mathbf{L} adalah matriks diagonal berukuran $r \times r$ dengan unsur-unsur diagonalnya adalah akar dari nilai eigen–nilai eigen $\mathbf{X}'\mathbf{X}$. Unsur – unsur diagonal matriks \mathbf{L} ini disebut nilai singular matriks \mathbf{X} dan kolom-kolom matriks \mathbf{A} adalah vektor eigen dari $\mathbf{X}'\mathbf{X}$. Kolom-kolom untuk matriks \mathbf{U} diperoleh dari $\mathbf{u}_i = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} \mathbf{X}\mathbf{a}_i$, $i=1,2,\dots,r$ dengan \mathbf{u}_i adalah vektor yang merupakan kolom ke- i dari matriks \mathbf{U} , \mathbf{a}_i adalah vektor yang merupakan kolom ke- i dari matriks \mathbf{A} dan λ_i adalah nilai eigen ke- i . Unsur–unsur diagonal matriks \mathbf{L}

didefinisikan \mathbf{L}^α dengan $0 \leq \alpha \leq 1$ adalah matriks diagonal berukuran $r \times r$ dengan unsur-unsur diagonalnya $\sqrt{\lambda_1^\alpha} \geq \sqrt{\lambda_2^\alpha} \geq \dots \geq \sqrt{\lambda_r^\alpha}$ dan definisi ini berlaku pula untuk $\mathbf{L}^{1-\alpha}$ dengan unsur-unsur diagonalnya adalah $\sqrt{\lambda_1^{1-\alpha}} \geq \sqrt{\lambda_2^{1-\alpha}} \geq \dots \geq \sqrt{\lambda_r^{1-\alpha}}$ (Mattjik dan Sumertajaya, 2011).

Menurut Jolliffe (2010), misalkan $\mathbf{G} = \mathbf{U}\mathbf{L}^\alpha$ dan $\mathbf{H}' = \mathbf{L}^{1-\alpha}\mathbf{A}'$ dengan α besarnya $0 \leq \alpha \leq 1$. Persamaan (1) menjadi

$$\mathbf{X} = \mathbf{U}\mathbf{L}^\alpha\mathbf{L}^{1-\alpha}\mathbf{A}' = \mathbf{G}\mathbf{H}' \quad (2)$$

Hal ini berarti unsur ke- (i,j) matriks \mathbf{X} dapat dituliskan sebagai :

$$x_{ij} = \mathbf{g}'_i \mathbf{h}_j \quad (3)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, p$ serta \mathbf{g}'_i dan \mathbf{h}_j masing-masing merupakan baris matriks \mathbf{G} dan kolom matriks \mathbf{H} . Pada \mathbf{g}'_i dan \mathbf{h}_j mempunyai r dimensi. Jika \mathbf{X} mempunyai rank dua, vektor baris \mathbf{g}'_i dan vektor kolom \mathbf{h}_j dapat digambarkan dalam ruang berdimensi dua. Jika \mathbf{X} mempunyai rank lebih dua maka persamaan (1) menjadi :

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^r u_{ik} \lambda_k^{\frac{1}{2}} a_{jk} \quad (4)$$

dengan u_{ik} adalah elemen ke- (i,k) dari matriks \mathbf{U} , a_{jk} adalah elemen ke- (j,k) dari matriks \mathbf{A} dan $\lambda_k^{\frac{1}{2}}$ adalah elemen diagonal ke- k dari matriks \mathbf{L} .

Jika ada sebanyak m elemen unsur yang dipertahankan, persamaan di atas dapat didekati dengan

$$\begin{aligned} {}_m\tilde{x}_{ij} &= \sum_{k=1}^m u_{ik} \lambda_k^{\frac{1}{2}} a_{jk}, m < r & (5) \\ {}_m\tilde{x}_{ij} &= \sum_{k=1}^m u_{ik} \lambda_k^{\frac{\alpha}{2}} \lambda_k^{1-\alpha} a_{jk} \\ &= \sum_{k=1}^m g_{ik} h_{jk} \\ &= \mathbf{g}_i^{*'} \mathbf{h}_j^* \end{aligned}$$

Dengan $\mathbf{g}_i^{*'}$ dan \mathbf{h}_j^* masing-masing berisi elemen unsur vektor \mathbf{g}_i dan \mathbf{h}_j . Gabriel (1971) menyatakan $m = 2$ disebut biplot, sehingga persamaan yang terakhir dapat dinyatakan sebagai :

$${}_2x_{ij} = \mathbf{g}_i^{*'} \mathbf{h}_j^* \quad (6)$$

dengan ${}_2x_{ij}$ merupakan unsur pendekatan matriks \mathbf{X} pada dimensi dua, sedangkan $\mathbf{g}_i^{*'}$ dan \mathbf{h}_j^* masing-masing mengandung dua unsur pertama vektor \mathbf{g}_i dan \mathbf{h}_j .

Dari pendekatan matriks \mathbf{X} pada dimensi dua diperoleh matriks \mathbf{G} dan \mathbf{H} sebagai berikut

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ \vdots & \vdots \\ g_{i1} & g_{i2} \\ \vdots & \vdots \\ g_{n1} & g_{n2} \end{bmatrix} \text{ dan } \mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ \vdots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} \\ \vdots & \vdots \\ h_{p1} & h_{p2} \end{bmatrix}$$

Matriks \mathbf{G} adalah titik-titik koordinat dari n objek dan matriks \mathbf{H} adalah titik-titik koordinat dari p variabel.

Gabriel (1971) mengemukakan ukuran pendekatan matriks \mathbf{X} dengan biplot dalam bentuk:

$$\rho^2 = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2)}{\sum_{k=1}^r \lambda_k} \quad (7)$$

dengan λ_1 adalah nilai eigen terbesar ke-1, λ_2 adalah nilai eigen terbesar ke-2 dan $\lambda_k, k = 1, 2, \dots, r$ adalah nilai eigen ke- k . Apabila ρ^2 mendekati nilai satu, maka biplot memberikan penyajian yang semakin baik mengenai informasi data yang sebenarnya.

Menurut Jolliffe (2010) untuk mendeskripsikan biplot perlu mengambil nilai α dalam mendefinisikan \mathbf{G} dan \mathbf{H} . Pemilihan nilai α pada $\mathbf{G} = \mathbf{U}\mathbf{L}^\alpha$ dan $\mathbf{H}' = \mathbf{L}^{1-\alpha}\mathbf{A}'$ bersifat sembarang dengan syarat $0 \leq \alpha \leq 1$. Pengambilan dua nilai α yaitu $\alpha=0$ dan $\alpha=1$ berguna dalam interpretasi biplot.

Jika $\alpha=0$ didapat $\mathbf{G} = \mathbf{U}\mathbf{L}^0 = \mathbf{U}$ dan $\mathbf{H}' = \mathbf{L}^{1-\alpha}\mathbf{A}' = \mathbf{L}^1\mathbf{A}' = \mathbf{L}\mathbf{A}'$ sehingga

$$\begin{aligned} \mathbf{X}'\mathbf{X} &= (\mathbf{G}\mathbf{H}')'(\mathbf{G}\mathbf{H}') \\ &= \mathbf{H}\mathbf{U}'\mathbf{U}\mathbf{H}' \\ &= \mathbf{H}\mathbf{H}' \end{aligned} \quad (8)$$

Matriks \mathbf{U} ortonormal dan $\mathbf{X}'\mathbf{X} = (n-1)\mathbf{S}$ dengan n adalah banyaknya objek pengamatan dan \mathbf{S} adalah matriks kovarian dari matriks \mathbf{X} maka $\mathbf{H}\mathbf{H}' = (n-1)\mathbf{S}$. Hasil kali $\mathbf{h}'_j \mathbf{h}_k$ adalah akan sama dengan $(n-1)$ kali kovarian s_{jk} antara variabel ke- j dan variabel ke- k .

Nilai cosinus sudut antara dua vektor peubah menggambarkan korelasi kedua peubah. Semakin sempit sudut yang dibuat antara dua variabel maka semakin tinggi korelasinya. Korelasi peubah ke- j dan ke- k sama dengan nilai cosinus sudut vektor \mathbf{h}_j dan \mathbf{h}_k .

$$\mathbf{h}_j \cdot \mathbf{h}_k = \|\mathbf{h}_j\| \|\mathbf{h}_k\| \cos \theta$$

$$\cos \theta = \frac{\mathbf{h}_j \cdot \mathbf{h}_k}{\|\mathbf{h}_j\| \|\mathbf{h}_k\|} = \frac{\mathbf{h}'_j \mathbf{h}_k}{\|\mathbf{h}_j\| \|\mathbf{h}_k\|} = \frac{S_{jk}}{\sqrt{S_{jj}} \sqrt{S_{kk}}} = \frac{S_{jk}}{S_j \cdot S_k} = r_{jk}$$

Kedekatan antar obyek pada gambar biplot dapat dilihat dengan menggunakan jarak Euclid antara \mathbf{g}_i dan \mathbf{g}_j sebanding dengan jarak Mahalanobis antar objek pengamatan \mathbf{x}_i dan \mathbf{x}_j data pengamatan sesungguhnya.

Jarak Mahalanobis antara dua pengamatan \mathbf{x}_i dan \mathbf{x}_j didefinisikan sebagai :

$$\delta^2(\mathbf{x}_i \mathbf{x}_j) = (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j) \quad (9)$$

Jarak Euclid antara dua pengamatan g_i dan g_j didefinisikan sebagai :

$$d^2(\mathbf{g}_i \mathbf{g}_j) = (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j)' (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j) \quad (10)$$

Menurut Jolliffe (2010), $\delta^2(\mathbf{x}_i \mathbf{x}_j) = (n-1)^2 d^2(\mathbf{g}_i \mathbf{g}_j)$. Hal ini dapat dibuktikan dengan menuliskan kembali Persamaan (3) sebagai :

$$\mathbf{x}'_i = \mathbf{g}'_i \mathbf{H}' \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, n$$

dan disubsitusikan ke dalam persamaan (9) sehingga menghasilkan:

$$\begin{aligned} \delta^2(\mathbf{x}_i \mathbf{x}_j) &= (\mathbf{H} \mathbf{g}_i - \mathbf{H} \mathbf{g}_j)' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{H} \mathbf{g}_i - \mathbf{H} \mathbf{g}_j) \\ &= (n-1) (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j)' (\mathbf{L} \mathbf{A}') (\mathbf{X}' \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{L} \mathbf{A}) (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j) \end{aligned} \quad (11)$$

dengan $\mathbf{H}' = \mathbf{L} \mathbf{A}'$ ($\alpha=0$) dan $\mathbf{S}^{-1} = (n-1) (\mathbf{X}' \mathbf{X})^{-1}$

Sedangkan

$$\begin{aligned} \mathbf{X}' \mathbf{X} &= (\mathbf{U} \mathbf{L} \mathbf{A}')' (\mathbf{U} \mathbf{L} \mathbf{A}') \\ &= \mathbf{A} \mathbf{L}' \mathbf{U}' \mathbf{U} \mathbf{L} \mathbf{A}' = \mathbf{A} \mathbf{L}' \mathbf{A}' \end{aligned} \quad (12)$$

dan

$$\mathbf{X}' \mathbf{X}^{-1} = \mathbf{A} \mathbf{L}'^{-2} \mathbf{A}' \quad (13)$$

Subsitusikan ke dalam persamaan (11) menghasilkan :

$$\begin{aligned} \delta^2(\mathbf{x}_i \mathbf{x}_j) &= (n-1) (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j)' \mathbf{L} (\mathbf{A}' \mathbf{A}) \mathbf{L}^{-2} (\mathbf{A}' \mathbf{A}) \mathbf{L} (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j) \\ &= (n-1) (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j)' \mathbf{L} \mathbf{L}^{-2} \mathbf{L} (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j), (\mathbf{A} \text{ adalah ortonomal}) \\ &= (n-1) (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j)' (\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j) \end{aligned} \quad (14)$$

Berarti dapat dilihat bahwa Mahalanobis sebanding dengan jarak Euclid. Hal ini menunjukkan bahwa jarak Euclid mampu menggambarkan posisi objek pengamatan dalam data pengamatan sesungguhnya.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data laporan keuangan dari *commercial bank* (bank umum) yang beroperasi di Jawa tengah yang diperoleh dari Direktori Perbankan Indonesia Bank Indonesia Kanwil V Jawa Tengah tahun 2011.

3.2 Objek dan Variabel Penelitian

1. Objek Penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah bank-bank persero yang beroperasi di Jawa Tengah

2. Variabel Dependen : Jarak antar objek penelitian

3. Variabel Karakteristik

Nilai *Capital Adequacy Ratio* (CAR), total aset yang dimiliki oleh bank, nilai *Return on Asset* (ROA), nilai Biaya Operasional terhadap Pendapatan Operasional (BOPO), nilai *Loan to Deposit Ratio* (LDR), total liabilitas yang dimiliki oleh bank.

3.3. Langkah-langkah Analisis

1. Menyiapkan data yang akan digunakan dalam penelitian (data berukuran $n \times p$)
2. Menyusun matriks data \mathbf{X}
3. Membuat matriks \mathbf{L} , \mathbf{A} , dan matriks \mathbf{U} dengan metode *Singular Value Decomposition* (SVD).
4. Membuat matriks $\mathbf{G} = \mathbf{UL}^\alpha$ serta $\mathbf{H}' = \mathbf{L}^{1-\alpha} \mathbf{A}'$.
5. Mengambil 2 kolom pertama dari masing-masing matriks \mathbf{G} dan \mathbf{H} sehingga menjadi matriks $\mathbf{G2}$ dan $\mathbf{H2}$.
6. Membuat grafik koordinat Z dari masing-masing matriks \mathbf{G} dan \mathbf{H} , dimana setiap baris dari matriks $\mathbf{G2}$ merupakan koordinat (x,y) untuk masing-masing objek, dalam hal ini nama bank, sedangkan setiap baris dari matriks $\mathbf{H2}$ merupakan koordinat (x,y) untuk setiap variabel, dalam hal ini variabel karakteristik yaitu aspek penilaian kesehatan bank.
7. Menghitung keragaman yang dapat diterangkan oleh biplot dengan rumus

$$\rho^2 = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2)}{\sum_{k=1}^m \lambda_k}$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Deskripsi Data Aspek Penilaian Kesehatan pada Bank Milik Pemerintah (Persero)

Pada data bank milik pemerintah (persero) yang beroperasi di Jawa Tengah dan variabel aspek penilaian kesehatannya, diperoleh informasi bahwa untuk variabel CAR rata-ratanya adalah 15,6875 dan standar deviasinya adalah 1,29688. Untuk variabel ROA rata-ratanya adalah 3,3175 dan standar deviasinya adalah 1,21148. Semakin besar ROA, semakin besar pula ingkat keuntungan yang dicapai bank sehingga kemungkinan bank dalam kondisi bermasalah semakin kecil. Untuk variabel BOPO, rata-ratanya adalah 72,0600 dan standar deviasinya adalah 6,98639. Semakin kecil rasio ini berarti semakin efisien biaya operasional yang dikeluarkan bank sehingga kemungkinan suatu bank dalam kondisi bermasalah semakin kecil. Untuk variabel LDR rata-ratanya adalah 80,1975 dan standar deviasinya adalah 15,12336. Semakin tinggi LDR, semakin rendahnya kemampuan likuiditas bank yang bersangkutan sehingga kemungkinan suatu bank dalam kondisi bermasalah akan semakin besar. Untuk variabel aset, rata-ratanya adalah 330,8178 dan standar deviasinya adalah 183,5448. Untuk variabel liabilitas, rata-ratanya adalah 292,4015 dan standar deviasinya adalah 161,2943.

4.2. Pengkonstruksian *Principal Component Biplot*

4.2.1 Menyiapkan gugus data berukuran $n \times p$

Berdasarkan data aspek penilaian kesehatan pada bank milik pemerintah (Persero) yang distandarkan diperoleh matriks :

$$X = \begin{pmatrix} -0,4299 & 0,0433 & -0,6928 & -0,5652 & 0,8624 & 0,8526 \\ 1,4978 & -0,3116 & 0,0744 & -0,6498 & -0,2305 & -0,2559 \\ -0,5610 & 1,3310 & -0,7686 & -0,2643 & 0,6849 & 0,7090 \\ -0,5070 & -1,0628 & 1,3870 & 1,4793 & -1,3168 & -1,3057 \end{pmatrix}$$

4.2.2 Membuat matriks U , L , dan A dengan menggunakan *Singular Value Decomposition (SVD)*

Penguraian nilai singular matriks X yang berukuran $n \times p$ menjadi matriks U berukuran $n \times r$, matriks L berukuran $r \times r$ dan matriks A berukuran $r \times p$, yang dapat dituliskan menjadi :

$${}_4X_6 = {}_4U_4 {}_4L_4 {}_4A'_6$$

diperoleh matriks :

$$A = \begin{pmatrix} 0,0227 & -0,8656 & -0,2526 & -0,1848 \\ -0,4098 & 0,2171 & -0,8682 & -0,0333 \\ 0,4748 & 0,0047 & -0,0500 & -0,3296 \\ 0,4092 & 0,4375 & -0,1658 & -0,2318 \\ -0,4684 & 0,0691 & 0,2864 & 0,3201 \\ -0,4683 & 0,0859 & 0,2655 & -0,8366 \end{pmatrix}$$

$$L = \begin{pmatrix} 3,6469 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,9822 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,8781 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,0000 \end{pmatrix}$$

$$\text{dan } U = \begin{pmatrix} -0,3814 & 0,1331 & 0,7660 & 0,5000 \\ 0,0436 & -0,8506 & -0,1569 & 0,5000 \\ -0,4618 & 0,3852 & -0,6232 & 0,5000 \\ 0,7996 & 0,3323 & 0,0140 & 0,5000 \end{pmatrix}$$

4.2.3. Membentuk matriks G_2 dan H_2 dengan nilai $\alpha = 0$

Setelah penguraian nilai singular pada matriks X , pengkonstruksian biplot dilakukan dengan membuat matriks G dan H dengan mengambil nilai $\alpha = 0$

$$G = U$$

$$\begin{pmatrix} -0,3814 & 0,1331 & 0,7660 & 0,5000 \\ 0,0436 & -0,8506 & -0,1569 & 0,5000 \\ -0,4618 & 0,3852 & -0,6232 & 0,5000 \\ 0,7996 & 0,3323 & 0,0140 & 0,5000 \end{pmatrix}$$

$$H' = LA'$$

$$\begin{pmatrix} 0,0829 & -1,4946 & 1,7315 & 1,4922 & -1,7082 & -1,7078 \\ -1,7158 & 0,4303 & 0,0094 & 0,8673 & 0,1370 & 0,1703 \\ -0,2218 & -0,7623 & -0,0439 & -0,1456 & 0,2515 & 0,2331 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya diambil dua kolom pertama dari matriks G (G_2) dan dua kolom pertama matriks H (H_2)

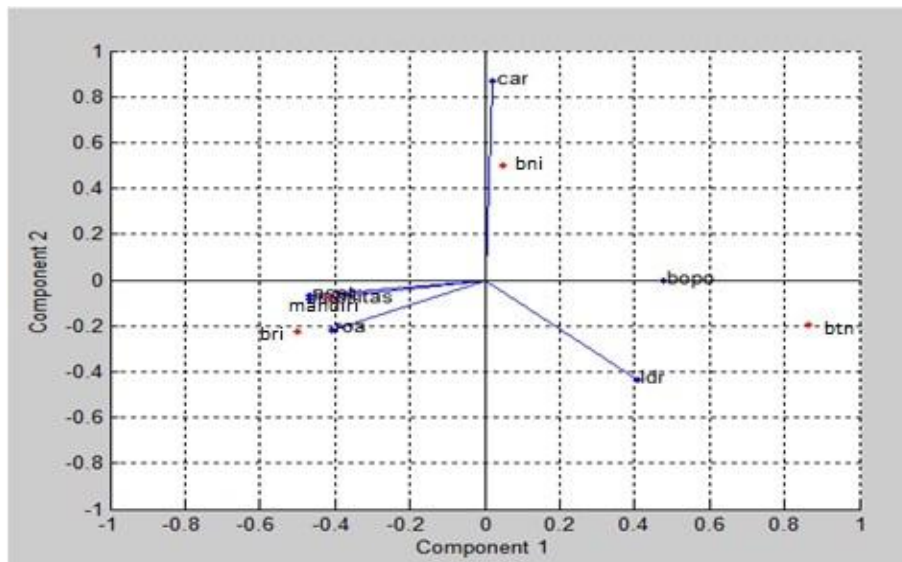
$$G_2 = \begin{pmatrix} -0,3814 & 0,1331 \\ 0,0436 & -0,8506 \\ -0,4618 & 0,3852 \\ 0,7996 & 0,3323 \end{pmatrix} H_2 = \begin{pmatrix} 0,0829 & -1,7158 \\ -1,4946 & 0,4303 \\ 1,7315 & 0,0094 \\ 1,4922 & 0,8673 \\ -1,7082 & 0,1370 \\ -1,7078 & 0,1703 \end{pmatrix}$$

Membuat grafik koordinat Z dari matriks G_2 dan H_2

$$Z = \begin{pmatrix} -0,3814 & 0,1331 \\ 0,0436 & -0,8506 \\ -0,4618 & 0,3852 \\ 0,7996 & 0,3323 \\ 0,0829 & -1,7158 \\ -1,4946 & 0,4303 \\ 1,7315 & 0,0094 \\ 1,4922 & 0,8673 \\ -1,7082 & 0,1370 \\ -1,7078 & 0,1703 \end{pmatrix}$$

4.2.4. Membuat *principal component biplot* dua dimensi

Berdasarkan grafik koordinat Z dengan bantuan software *Matlab 7.6.0* diperoleh hasil seperti pada Gambar 1 :



Gambar 1. Biplot Bank Persero di Jawa Tengah

4.2.5. Menghitung keragaman yang diterangkan oleh biplot

$$\rho^2 = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2)}{\sum_{k=1}^4 \lambda_k} = \frac{(13,2998 + 3,9292)}{(13,2998 + 3,9292 + \dots + 0,0000)} = 0,9571 = 95,71\%$$

Keragaman yang dapat diterangkan oleh *principal component biplot* dua dimensi adalah sebesar 95,71% yang berarti Gambar 1 mampu menerangkan 95,71% dari total keragaman data yang sebenarnya. Hal ini menunjukkan bahwa interpretasi yang dihasilkan mampu menerangkan dengan baik hubungan antara bank persero yang beroperasi di Jawa Tengah dengan variabel aspek penilaian kesehatannya.

4.3. Interpretasi Output

1. Kedekatan antar objek yang diamati

Melalui gambar, kedekatan antar objek dapat diketahui dengan menghitung jarak Euclidian antara objek yang satu dengan yang lain. Semakin kecil nilai jarak Euclidian menunjukkan semakin dekat kedua objek tersebut. Misalnya perhitungan untuk mencari jarak Euclidian antara objek Bank Mandiri dan Bank Negara Indonesia (BNI) yang mempunyai nilai koordinat $(-0,3814 \quad 0,1331)$ dan $(0,04364 \quad -0,8506)$.

$$d(x,y) = \sqrt{(-0,3814 - 0,0436)^2 + (0,1331 - (-0,8506))^2} = 1,07158$$

Tabel 1. Jarak Euclidean antar Bank

Objek	mandiri	bni	bri	btn
mandiri	0			
bni	1,0716	0		
bri	0,2646	1,3352	0	
btn	1,1977	1,4039	1,2625	0

Bank Mandiri mempunyai jarak Euclidian terpendek dengan Bank Rakyat Indonesia (BRI). Hal ini berarti Bank Mandiri paling besar memiliki kemiripan dengan Bank Rakyat Indonesia (BRI). Bank Mandiri mempunyai jarak Euclidian terpanjang dengan Bank Tabungan Negara (BTN) yang berarti Bank Mandiri paling tidak memiliki kemiripan dengan Bank Tabungan Negara (BTN).

2. Keragaman peubah

Pada Gambar 1 diketahui panjang vektor peubah terpanjang adalah variabel BOPO (Biaya Operasional terhadap Pendapatan Operasional) yang merupakan aspek *Earning* dalam penilaian kesehatan bank. Hal ini berarti nilai BOPO pada Bank Umum Persero yang beroperasi di Jawa Tengah mempunyai keragaman yang paling besar. Sedangkan vektor peubah terpendek adalah ROA (*Return of Asset*) yang berarti nilai ROA pada Bank Umum Persero yang beroperasi di Jawa Tengah mempunyai keragaman yang paling kecil.

3. Korelasi antar peubah

Korelasi dapat diketahui dari besar sudut yang terbentuk antar vektor peubah. Jika sudut yang terbentuk dari kedua vektor peubah mendekati 0^0 atau semakin sempit dan mempunyai arah yang sama maka peubah tersebut memiliki korelasi yang positif sedangkan jika kedua vektor peubah berlawanan arah dan membentuk sudut yang lebar,

maka peubah tersebut korelasi yang negatif. Sedangkan untuk peubah yang tidak berkorelasi digambarkan dengan dua garis membentuk sudut mendekati 90⁰.

Untuk korelasi antara vektor peubah CAR dengan ROA, nilai koordinat peubah CAR adalah (0,0829 -1,7158) dan untuk variabel ROA adalah (1,4946 0,4303) sehingga sudut yang terbentuk adalah :

$$\cos \theta = \frac{(0,0829 \times 1,4946) + (-1,7158 \times 0,4303)}{1,7178 \times 1,55531} = -0,32272$$

$$\theta = 108,83^0$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui bahwa vektor peubah CAR dengan ROA membentuk sudut yang lebar sebesar 108,83⁰ dengan kedua vektor tersebut mempunyai arah yang berbeda. Sehingga variabel CAR dan ROA mempunyai korelasi yang negatif.

Tabel 2. Panjang Vektor Tiap Variabel

Peubah	Panjang vektor
car	1,7178
roa	1,5553
bopo	1,7315
ldr	1,7259
aset	1,7137
liabilitas	1,7163

Tabel 3. Korelasi Antar Variabel

Variabel	CAR	ROA	BOPO	LDR	Aset	Liabilitas
CAR	0					
ROA	-0,3227	0				
BOPO	0,0428	-0,9595	0			
LDR	-0,4602	-0,6918	0,8673	0		
Aset	-0,1280	0,9800	-0,9964	-0,8216	0	
Liabilitas	-0,1471	0,9834	-0,9945	-0,8104	0,9998	0

4. Nilai peubah pada suatu objek

Untuk mengetahui hubungan peubah dengan objek yang diamati dapat dicari dengan nilai proyeksi antara peubah terhadap objek. Misalnya dicari nilai proyeksi vektor variabel CAR (x) terhadap objek Bank Negara Indonesia (a) yaitu :

$$\text{Proy}_a \mathbf{x} = \frac{(0,0829 \times 0,0436) + (-1,7158 \times (-0,8506))}{\sqrt{(0,0436)^2 + (-0,8506)^2}} = 1,71780$$

$$\cos \theta = \frac{1,71780}{\sqrt{(0,0829)^2 + (-1,7158)^2}} = 0,99999$$

$$\theta = 0,07^0$$

Tabel 4. Nilai proyeksi variabel ke objek

Peubah	Sudut			
	mandiri	bni	bri	btn
car	112 ⁰	0,07 ⁰	132,60 ⁰	109,80 ⁰
roa	3,18 ⁰	109 ⁰	23,77 ⁰	141,37 ⁰
bopo	160,45 ⁰	87,38 ⁰	90,16 ⁰	89,83 ⁰
ldr	130,60 ⁰	117,23 ⁰	110 ⁰	7,60 ⁰
aset	14,65 ⁰	97,52 ⁰	35,25 ⁰	152,85 ⁰
liabilitas	13,54 ⁰	98,63 ⁰	34,14 ⁰	151,74 ⁰

5. Kesimpulan

1. Variabel BOPO (Biaya Operasional terhadap Pendapatan Operasional) mempunyai keragaman yang paling besar. Sedangkan variabel ROA (*Return of Asset*) mempunyai keragaman yang paling kecil.
2. Diantara keenam variabel aspek penilaian kesehatan bank, pada Bank Mandiri, Bank Rakyat Indonesia (BRI) dan Bank Tabungan Negara (BTN) variabel yang paling unggul adalah nilai ROA (*Return of Asset*), sedangkan Bank Negara Indonesia (BNI) yang paling unggul adalah nilai CAR (*Capital Adequacy Ratio*).
3. Keragaman yang dapat diterangkan adalah sebesar 95,71% yang berarti analisis *principal component biplot* berarti mampu menerangkan 95,71% dari total keragaman data yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H. 1987. *Aljabar Linier Elementer*. Erlangga. Jakarta.
- Bank Indonesia. 2012. *Statistik Ekonomi Keuangan Daerah Jawa Tengah*. Vol 12, No.08 Agustus 2012.
- Gabriel, K.R. 1971. *The biplot graphic display of matrices with application to principal component*. *Biometrika* 58, 3, p. 453.
- Jolliffe, I.T. 2010. *Principal Component Analysis, Second Edition*. Springer. New York.
- Kasmir. 2005. *Pemasaran Bank*. Prenada Media. Jakarta.
- Mattjik, A.A. dan Sumertajaya, I.M. 2011. *Sidik Peubah Ganda*. IPB Press. Bogor.
- Rencher, A.C. 2000. *Linear Models in Statistics*. Wiley. New York