

## ANALISIS KELOMPOK DENGAN ALGORITMA FUZZY C-MEANS DAN GUSTAFSON KESSEL CLUSTERING PADA INDEKS LQ45

Lailly Rahmatika<sup>1</sup>, Suparti<sup>2</sup>, Diah Safitri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Statistika FSM UNDIP

<sup>2,3</sup>Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

### ABSTRACT

Clustering analysis is a data analysis aimed at determining a group of data based on common characteristics. Grouping method that's being developed now is fuzzy clustering analysis. Fuzzy clustering algorithm that's commonly used is the Fuzzy C-Means (FCM) algorithm and developed further by Gustafson Kessel Clustering (GK) which is able to detect groups with different shape than the FCM. This study examines the comparative application of FCM and GK clustering method in a case study, namely grouping in LQ45 based on the shares ratio of *Earning Per Share* (EPS) and *Price Earning Ratio* (PER). Determination of the optimal number of groups is done through calculation Xie and Beni validity index. In this research the algorithm FCM and GK will be made using MATLAB software, such as GUI-based application program which can help users to perform clustering analysis. In some cases, the research results showed that GK is better than FCM, specifically in generating the objective function and the standard deviation ratio of the minimum group. Based on the validity index Xie and Beni, it can be concluded that the optimal number of groups are divided into three.

**Keywords:** Categories of Stocks, Fuzzy C-Means, Gustafson Kessel clustering, Xie and Beni index.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pasar modal merupakan sarana yang paling efektif untuk para investor dalam menanamkan modalnya agar dapat memperoleh keuntungan. Di Indonesia, proses jual beli saham dilakukan setiap hari di sebuah bursa yang disebut dengan Bursa Efek Indonesia. Laporan keuangan merupakan sebuah informasi yang penting bagi investor dalam mengambil keputusan investasi. Manfaat laporan keuangan tersebut menjadi optimal bagi investor apabila investor dapat menganalisis lebih lanjut melalui analisis rasio keuangan. Rasio keuangan berguna untuk memprediksi kesulitan keuangan perusahaan, hasil operasi, kondisi keuangan perusahaan saat ini dan pada masa mendatang, serta sebagai pedoman bagi investor mengenaikan masa lalu dan masa mendatang (Sihombing, 2008).

Salah satu rasio keuangan untuk melihat kekuatan perusahaan yaitu rasio saham. Dalam konteks ini rasio saham untuk menggambarkan kinerja saham. Rasio saham dapat dilihat dari *Earning Per Share* (EPS) dan *Price Earning Ratio* (PER). Sebelum berinvestasi, investor sebaiknya perlu melakukan pengelompokan saham untuk mengetahui saham mana yang bisa memberikan keuntungan maksimal (Bapepam, 2003).

Analisis pengelompokan adalah analisis data yang bermaksud menentukan kelompok atau grup dari sekelompok data berdasarkan kesamaan karakteristiknya (Johnson dan Wichern, 2007). Perkembangan lebih lanjut dari analisis *cluster* adalah dengan mempertimbangkan tingkat keanggotaan yang mencakup himpunan fuzzy sebagai dasar pembobotan bagi pengelompokan yang disebut dengan fuzzy clustering (Bezdek, 1981). Terdapat beberapa Fuzzy clustering yaitu Fuzzy C-Means dan Gustafson Kessel. Analisis *cluster* memerlukan suatu indeks untuk mengetahui banyaknya kelompok optimum

yang terbentuk. Banyak kelompok akan dikontrol oleh suatu indeks validitas kelompok (Balasko, et.al, 2007).

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengelompokan rasio saham menggunakan algoritma Fuzzy C-means dan Gustafson-Kessel. Penelitian akan menggunakan variabel *Earning Per Share* (EPS) dan *Price Earning Ratio* (PER) pada saham LQ45 yang akan diolah dengan perangkat lunak GUI MATLAB.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun aplikasi GUI untuk Fuzzy C-means dan Gustafson-Kessel.
2. Mengkaji perbandingan hasil pengelompokan menggunakan algoritma Fuzzy C-means dan Gustafson-Kessel dalam mengelompokkan saham LQ45 berdasarkan rasio saham.
3. Merekomendasikan kelompok yang tepat berdasarkan indeks validitas Xie dan Beni, sehingga dapat mengelompokkan saham LQ45 berdasarkan rasio saham sesuai klasifikasinya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Investasi dan Pasar Modal

Setiap orang dihadapkan pada berbagai pilihan dalam menentukan proporsi dana atau sumber daya yang mereka miliki untuk konsumsi saat ini dan di masa datang. Pihak-pihak yang melakukan kegiatan investasi disebut investor. Investasi dapat diartikan sebagai komitmen untuk menanamkan sejumlah dana pada saat ini dengan tujuan memperoleh keuntungan di masa datang (Oei, 2009).

Pasar Modal merupakan kegiatan yang berhubungan dengan penawaran umum dan perdagangan efek, perusahaan publik yang berkaitan dengan efek yang diterbitkannya, serta lembaga dan profesi yang berkaitan dengan efek (Bapepam, 2003).

Surat-surat berharga yang diperdagangkan di pasar modal sering disebut efek atau sekuritas, salah satunya yaitu saham. Saham dapat didefinisikan tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas (Darmadji dan Fakhruddin, 2001). Menurut Bapepam (2003), saham adalah sertifikat yang menunjukkan bukti kepemilikan suatu perusahaan, dan pemegang saham memiliki hak klaim atas penghasilan dan aktiva perusahaan.

Pergerakan indeks menjadi indikator penting bagi para investor untuk menentukan apakah mereka akan menjual, menahan atau membeli suatu atau beberapa saham. Karena harga-saham bergerak dalam hitungan detik dan menit, maka nilai indeks pun bergerak turun naik dalam hitungan waktu yang cepat pula (Hariyani dan Serfianto, 2010).

Menurut Jogiyanto (2000), jika investor mempunyai keterbatasan baik dalam hal waktu maupun kemampuan dalam menganalisa, perusahaan-perusahaan efek biasanya memberikan jasa profesional untuk melakukan analisa Saham/Obligasi. Laporan analisis biasanya terdiri dari analisa secara fundamental dan juga analisa secara teknikal. Menurut Bapepam (2003), analisis fundamental laporan keuangan terdapat beberapa rasio keuangan yang dapat mencerminkan kondisi keuangan dan kinerja suatu perusahaan. Rasio – rasio keuangan yang sering digunakan investor di pasar modal:

1. Rasio Likuiditas untuk mengetahui kemampuan membayar kewajiban jangka pendek.
2. Rasio Solvabilitas untuk mengetahui kemampuan membayar kewajiban jangka panjang.
3. Rasio Profitabilitas untuk mengetahui kemampuan emiten untuk menghasilkan keuntungan dan mengukur tingkat efisiensi operasional dan efisiensi dalam menggunakan harta yang dimilikinya.
4. Rasio Saham untuk menggambarkan kinerja saham.

## 2.2. Data Mining dan Normalisasi

Menurut Sumathi dan Sivandham (2006), data mining juga didefinisikan sebagai bagian dari proses penggalian pengetahuan dalam database yang sering disebut dengan istilah *Knowledge Discovery in Database* (KDD). KDD merupakan suatu area yang mengintegrasikan berbagai metode, yang meliputi statistik, basis data, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), machine learning, pengenalan pola (*Pattern Recognition*), pemodelan yang menangani ketidakpastian, visualisasi data, optimasi, Sistem Informasi Manajemen (SIM), dan sistem berbasis pengetahuan (*knowledge based-system*).

Menurut Han dan Micheline (2006), normalisasi data merupakan proses penskalaan nilai atribut dari data sehingga bisa jatuh pada range tertentu. Terdapat beberapa metode normalisasi yaitu *min – max*, *Z-score*, dan *Decimal Scalling*. Pada normalisasi dengan metode min-max dilakukan transformasi linier terhadap data asli dengan nilai yang dinormalisasi berada pada range [0 1] dengan rumus sebagai berikut :

$$x_{baru} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

## 2.3. Himpunan Fuzzy

Teori himpunan fuzzy merupakan titik penting perkembangan konsep ketidakpastian. Teori himpunan fuzzy diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 (Klir dan Yuan, 1995). Teori himpunan fuzzy merupakan salah satu alat untuk memecahkan masalah ketidakpastian (Kusumadewi, 2004).

## 2.4. Hard Clustering dan Fuzzy Clustering

Pengelompokan (*clustering*) merupakan teknik yang sudah cukup dikenal dan banyak digunakan untuk mengelompokkan data atau objek ke dalam kelompok data berdasarkan kesamaan karakteristik (Han dan Micheline, 2006).

Kelompok dapat dilihat sebagai himpunan bagian dari himpunan data, salah satu kemungkinan klasifikasi metode pengelompokan dapat disesuaikan apakah bagian fuzzy atau *crisp* (tegas). Metode pengelompokan klasik (*hard clustering*) berdasarkan pada teori himpunan klasik, yang menentukan bahwa sebuah objek dapat menjadi anggota atau bukan anggota dari suatu kelompok. Pengelompokan fuzzy memperbolehkan suatu objek untuk menjadi anggota dari beberapa kelompok sekaligus dengan derajat keanggotaan yang berbeda-beda. Derajat keanggotaan berada di antara rentang 0 dan 1. Jadi, dataset X dapat dipartisi menjadi c fuzzy bagian (Balasko, et.al, 2007).

## 2.5. Algoritma Clustering

### 2.5.1. Metode Fuzzy C-Means

Metode Fuzzy C-Means (FCM) pertama kali diperkenalkan oleh Dunn (1973), kemudian dikembangkan oleh Jim Bezdek (1981) yang banyak digunakan dalam pengenalan pola (*pattern recognition*). Fuzzy C-Means adalah suatu teknik pengelompokan data yang mana keberadaan tiap titik data dalam suatu kelompok (*cluster*) ditentukan oleh derajat keanggotaan (Shihab, 2000).

Algoritma dari Fuzzy C-Means adalah sebagai berikut (Balasko, et.al, 2007):

1. Input data yang akan dikelompokkan.
2. Menentukan banyak kelompok yang akan dibentuk ( $1 < c < N$ ), *weighting exponent* ( $m > 1$ ), maksimum iterasi (MaxIter), error terkecil yang diharapkan ( $\epsilon > 0$ ), fungsi objektif awal = 0, dan iterasi awal ( $t=1$ ).

3. Membangkitkan bilangan random  $u_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, c$ ;  $1 \leq k \leq N$  sebagai elemen matrikpartisi awal  $\mathbf{U}_0$ .

$$\sum_{i=1}^c \mathbf{u}_{ik} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, c; \quad 1 \leq k \leq N$$

4. Menghitung pusat kelompok ke- k:  $\mathbf{v}$  dengan rumus:

$$\mathbf{v} = \frac{\sum_{k=1}^N \mathbf{u}_{ik}^m \mathbf{x}_k}{\sum_{k=1}^N \mathbf{u}_{ik}^m}, \quad i = 1, 2, \dots, c$$

5. Menghitung jarak  $D_{ik}^2$  dengan rumus:

$$D_{ik}^2 = \|\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i\|^2 = (\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i)^T \mathbf{A} (\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i)$$

6. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke - t dengan rumus:

$$J_{FCM}(\mathbf{X}, \mathbf{U}, \mathbf{V}) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (\mathbf{u}_{ik})^m D_{ik}^2(\mathbf{x}_k, \mathbf{v}_i)$$

7. Menghitung nilai fungsi keanggotaan yang baru  $\mathbf{U}_{t+1}$

$$\mathbf{u}_{ik} = \left[ \sum_{j=1}^c \left( \frac{D(\mathbf{x}_k, \mathbf{v}_i)}{D(\mathbf{x}_k, \mathbf{v}_j)} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right]^{-1}$$

8. Membandingkan nilai keanggotaan dalam matriks  $\mathbf{U}$ , jika  $\|\mathbf{U}_{t+1} - \mathbf{U}_t\| < \varepsilon$  atau ( $t > \text{MaxIter}$ ) maka sudah konvergen. Nilai threshold ( $\varepsilon$ ) adalah suatu nilai yang sangat kecil mendekati 0 (misal 0,000001). Jika  $\|\mathbf{U}_{t+1} - \mathbf{U}_t\| \geq \varepsilon$  kembali ke langkah 4.

### 2.5.2. Metode Gustafson Kessel

Menurut Balasko, et.al (2007), pengelompokan Gustafson-Kessel merupakan pengembangan dari Fuzzy C-Means. Metode pengelompokan Gustafson-Kessel, nilai pembentuk matriks, disebut dengan *adaptive distance norm*, diupdate pada setiap iterasi. Hal ini yang menyebabkan pengelompokan Gustafson-Kessel lebih dapat menyesuaikan bentuk geometris fungsi keanggotaan yang tepat untuk sebuah himpunan data.

Algoritma dari pengelompokan Gustafson-Kessel adalah sebagai berikut (Balasko, et.al, 2007) :

1. Input data yang akan dikelompokkan.
2. Menentukan banyaknya yang akan dibentuk ( $1 < c < N$ ), *weighting exponent* ( $m > 1$ ), maksimum iterasi (MaxIter), error terkecil yang diharapkan ( $\varepsilon > 0$ ), fungsi objektif awal = 0, dan iterasi awal ( $t=1$ ).
3. Membangkitkan bilangan random  $u_{ik}$ ,  $i=1,2,\dots,c$ ;  $1 \leq k \leq N$  sebagai elemen matrikpartisi awal  $\mathbf{U}_0$ .

$$\sum_{i=1}^c \mathbf{u}_{ik} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, c; \quad 1 \leq k \leq N$$

4. Menghitung pusat kelompok ke- k:  $\mathbf{v}_i$ , dengan rumus:

$$\mathbf{v} = \frac{\sum_{k=1}^N \mathbf{u}_{ik}^m \mathbf{x}_k}{\sum_{k=1}^N \mathbf{u}_{ik}^m}, \quad i = 1, 2, \dots, c$$

5. Menghitung matriks kovarians kelompok dengan rumus:

$$F_i = \frac{\sum_{k=1}^N \mathbf{u}_{ik}^m (\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i)(\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i)^T}{\sum_{k=1}^N \mathbf{u}_{ik}^m}$$

6. Menghitung jarak  $D_{ikA_i}^2$  dengan rumus:

$$D_{ikA_i}^2 = (\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i)^T [\rho_i \det(F_i)]^{1/h} F_i^{-1} (\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i)$$

7. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke - t dengan rumus:

$$J_{GK}(\mathbf{X}; \mathbf{U}, \mathbf{V}, \mathbf{A}) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (\mathbf{u}_{ik})^m D_{ikA_i}^2$$

8. Menghitung nilai fungsi keanggotaan yang baru  $\mathbf{U}_{t+1}$

$$\mathbf{u}_{ik} = \left[ \sum_{j=1}^c \left( \frac{D_{ikA_i}}{D_{jkA_i}} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right]^{-1}$$

9. Membandingkan nilai keanggotaan dalam matriks  $\mathbf{U}$ , jika  $\|\mathbf{U}_{t+1} - \mathbf{U}_t\| < \varepsilon$  atau ( $t > \text{MaxIter}$ ) maka sudah konvergen. Nilai threshold ( $\varepsilon$ ) adalah suatu nilai yang sangat kecil mendekati 0 (misal 0,000001). Jika  $\|\mathbf{U}_{t+1} - \mathbf{U}_t\| \geq \varepsilon$  kembali ke langkah 4.

## 2.6. Evaluasi Hasil Pengelompokan

Untuk melihat validasi hasil analisis kelompok, simpangan baku antar dan dalam kelompok dihitung dan dibandingkan. Simpangan baku dalam kelompok ( $S_w$ ) dapat dihitung dengan rumus:

$$S_w = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^c S_i$$

Demikian pula simpangan baku antar kelompok ( $S_b$ )terdapat dihitung dengan rumus:

$$S_b = \left[ (c - 1)^{-1} \sum_{i=1}^c (\bar{X}_i - \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

dimana  $\bar{X}_i$  adalah rata-rata nilai pada kelompok ke- i dan  $\bar{X}$  adalah rata-rata total kelompok.

Semakin kecil nilai  $S_w$  dan semakin besar nilai  $S_b$  maka metode tersebut memiliki kinerja yang baik, artinya mempunyai homogenitas yang tinggi. Akan tetapi secara logika akan sulit untuk melihat perbandingan antara nilai  $S_w$  dan nilai  $S_b$  karena terdapat kemungkinan dalam hasil pengelompokan diperoleh nilai kriteria  $S_w$  yang minimum ternyata nilai  $S_b$  juga minimum sedangkan harapannya adalah maksimum. Sehingga akan digunakan nilai rasio  $S_w/S_b$ . Dengan kata lain metode yang dipilih adalah nilai rasio  $S_w/S_b$  yang terkecil (Bunkers dan Miller, 1995).

## 2.7. Indeks Validitas Xie dan Beni

Indeks validitas kelompok menunjukkan permasalahan apakah partisi fuzzy cocok terhadap semua data. Jadi indeks validitas adalah suatu ukuran yang digunakan untuk menentukan kelompok yang optimal, dengan dicoba untuk beberapa nilai banyaknyakelompok (Balasko,et.al, 2007).

Sesuai dengan namanya Indeks XB ditemukan oleh Xie dan Beni yang pertama kali dikemukakan pada tahun 1991. Indeks ini bertujuan mengukur rasio dari total variasi dalam kelompok dan pemisah kelompok. Banyak optimal kelompok dengan meminimalkan nilai indeks (Jansen, 2007). Kriterianya banyak kelompok optimum diberikan oleh nilai XB yang minimum pada lembah pertama. Indeks Xie dan Beni dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$XB(c) = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N u_{ik}^m D_{ik}^2}{N \min_{i,k} \|x_k - v_i\|^2}$$

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari Publikasi Bursa Efek Indonesia. Data tersebut merupakan data laporan keuangan indeks LQ45 periode Agustus 2013- Januari 2014. Software statistik yang digunakan dalam pengolahan data yaitu software Matlab R2009a.

Adapun langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Mengkaji hasil pengelompokan
  - a. Normalisasi data
  - b. Menyajikan data dalam bentuk matriks
  - c. Inputing data dan parameter
  - d. Penerapan algoritma FCM
  - e. Penerapan algoritma GK pengelompokan
- 2 Merekomendasikan kelompok optimal
  - a. Menghitung nilai indeks validasi Xie dan Beni
  - b. Ulangi untuk  $c=2$  sampai  $c=10$
  - c. Rekomendasi kelompok optimum berdasarkan langkah sebelumnya
- 3 Membangun aplikasi GUI
  - a. Perancangan antarmuka untuk aplikasi FCM dan GK
  - b. Membuat m-files dan file figure aplikasi GUI
  - c. Inputing data dan parameter dari aplikasi GUI

### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Proses pengelompokan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means diujicoba dengan berbagai banyak kelompok yaitu:

**Tabel 1.** Hasil proses pengelompokan dengan algoritma FCM

Banyak Kelompok	Iterasi	Fungsi Objektif	Rasio $S_w/S_b$	Indeks Xie dan Beni
2	18	2.2976	0.5946	19.0267
3	29	1.8583	0.5045	6.0571
4	67	1.6591	0.7365	2.9319
5	25	0.8763	0.5767	2.3617
6	33	0.7183	0.8676	3.9301
7	65	0.5575	0.8601	3.4922
8	37	0.5143	1.0668	3.7668
9	49	0.4524	0.9336	2.4396
10	141	0.4256	0.9088	1.9226



Proses pengelompokan menggunakan algoritma Gustafson Kessel diuji coba dengan berbagai banyakkelompok yaitu:

**Tabel 2.** Hasil proses pengelompokan dengan algoritma GK

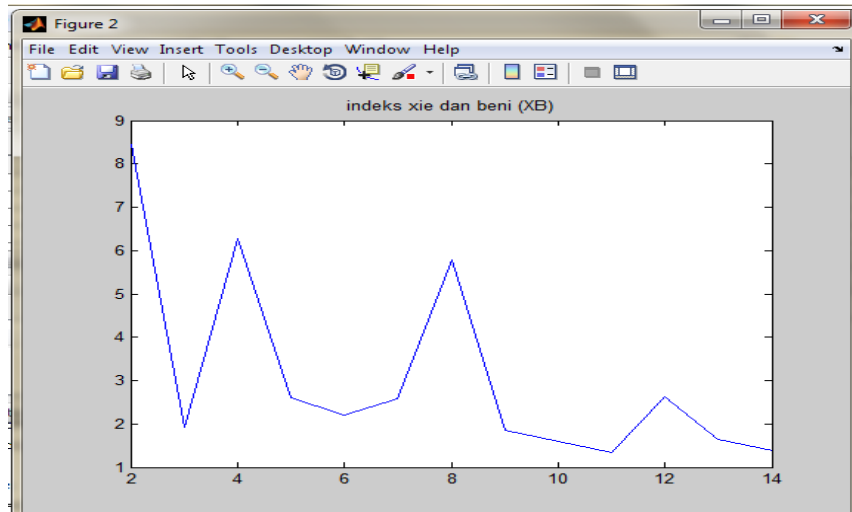
Banyak Kelompok	Iterasi	Fungsi Objektif	Rasio $S_w/S_b$	Indeks Xie dan Beni
2	21	1.2975	0.7071	8.4557
3	50	0.9186	0.8391	1.9264
4	84	0.8399	0.7037	6.2744
5	96	0.5540	0.7186	2.6076
6	88	0.4689	0.7908	2.2157
7	73	0.3821	0.9371	2.5731
8	123	0.3044	1.0119	5.7887
9	62	0.2558	0.9059	1.8596
10	86	0.1851	0.9332	1.6081

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa dari kedua metode yang memenuhi kriteria fungsi objektif minimum, nilai rasio  $S_w/S_b$  kecil, dan indeks Xie dan Beni minimum adalah metode Gustafson Kessel, sehingga rekomendasi metode kelompok terbaik dalam kasus ini adalah metode Gustafson Kessel.

Dari hasil uji coba yang dilakukan ada beberapa hal yang dapat dianalisis. Untuk menentukan kelompok yang memiliki nilai kecocokan terbaik digunakan indeks validitas Xie dan Beni (XB) untuk setiap kelompok yang diujikan pada algoritma Gustafson Kessel. Selama optimalisasi ditetapkan parameter dengan nilai – nilai berikut:  $m=2$ ,  $\epsilon = 1 \times 10^{-6}$ ,  $\rho = 1$  untuk setiap kelompok,  $c \in [2\ 14]$ . Nilai-nilai dari pengukuran validitas tergantung dari banyakkelompok yang diplotkan sebagai berikut:

**Tabel 3.** Nilai Indeks Xie dan Beni (XB)

c	XB
2	8.455711
3	1.926357
4	6.274397
5	2.607577
6	2.215688
7	2.573055
8	5.788748
9	1.859575
10	1.608075
11	1.344059
12	2.62311
13	1.65272
14	1.376582



**Gambar 1.** Nilai Indeks Xie dan Beni (XB)

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 1 dapat dilihat bahwa indeks validitas Xie dan Beni saat mencapai kondisi nilai minimum pertama di lembah pertama di  $c=3$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa kelompok optimal adalah 3 kelompok.

Pada pembahasan sebelumnya diperoleh bahwa metode terbaik adalah Gustafson Kessel Pengelompokan dengan 3 kelompok. Informasi yang bisa diperoleh adalah :

- Kelompok pertama (cluster ke – 1), berisi saham – saham LQ45 yang memiliki *Earning Per Share* (EPS) sekitar 0.4696, dan memiliki *Price Earning Ratio* (PER) sekitar 0.0891.
- Kelompok pertama (cluster ke – 2), berisi saham – saham LQ45 yang memiliki *Earning Per Share* (EPS) sekitar 0.0281, dan memiliki *Price Earning Ratio* (PER) sekitar 0.1955.
- Kelompok pertama (cluster ke – 3), berisi saham – saham LQ45 yang memiliki *Earning Per Share* (EPS) sekitar 0.1139, dan memiliki *Price Earning Ratio* (PER) sekitar 0.1238.

Hasil pengelompokan dengan algoritma Gustafson-Kessel dengan 3 kelompok adalah sebagai berikut:

- Kelompok pertama (Cluster ke-1), akan berisi saham-saham LQ45 yaitu AALI, ASII, BBRI, BDMN, BMRI, GGRM, INDF, INTP, ITMG, PTBA, SMGR, TLKM, dan UNVR.
- Kelompok kedua (Cluster ke-2), akan berisi saham-saham LQ45 yaitu ADRO, ASRI, BHIT, BKSL, BUMI, BWPT, IMAS, INCO, KLBF, LPKR, LSIP, MAPI, PWON, SMCB, dan WIKA.
- Kelompok ketiga (Cluster ke-3), akan berisi saham-saham LQ45 yaitu AKRA, BBKA, BBNI, BBTN, BMTR, BSDE, CPIN, EXCL, HRUM, ICBP, JSMR, MAIN, MLPL, MNCN, PGAS, SSIA, dan UNVR.

## 5. KESIMPULAN

Berikut ini adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya:

- Berdasarkan beberapa kriteria hasil pengelompokan dari dua algoritma metode pengelompokan, yaitu Fuzzy C-Means dan Gustafson Kessel merekomendasikan analisis kelompok menggunakan Gustafson Kessel dalam penelitian ini.
- Kesimpulan ini diambil, karena Gustafson Kessel memiliki nilai yang lebih baik dibanding Fuzzy C-Means berdasarkan kriteria fungsi objektif, rasio simpangan baku, dan indeks Xie dan Beni.



3. Untuk penentuan kelompok yang optimal, berdasarkan indeks validitas Xie dan Beni, disimpulkan algoritma yang digunakan Gustafson Kessel pengelompokan dengan kelompok yang optimal sebesar 3 kelompok.
4. Sebanyak 28.89% data termasuk pada kelompok ke-1, 33.33% data termasuk pada kelompok ke – 2, dan 37.78% data termasuk pada kelompok ke-3.
5. Pembuatan aplikasi program Fuzzy C-Means dan Gustafson Kessel berbasis GUI cukup mendukung pengolahan data pengelompokan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Balasko, B., Abonyi, J. and Feil, B. 2007. *Fuzzy Clustering and Data Analysis Toolbox For Use with Matlab*. University of Veszprem: Veszprem.
- Bapepam.2003. *Panduan Investasi di Pasar Modal Indonesia*. Badan Pengawas Pasar Modal: Jakarta.
- Bezdek, J.C. 1981. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. Plenum Press: New York.
- Bunkers, M.J. and Miller, J. R. 1995. *Definition of Climate Regions in the Northern Plains Using an Objective Cluster Modification Technique*. *Journal of Climate*.9:130-146
- Darmadji, T. dan Fakhruddin, M. 2001. *Pasar Modal di Indonesia*. Salemba Empat: Jakarta.
- Han, J. and Micheline. 2006. *Data Mining Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers: San Francisco.
- Hariyani, I. dan Serfianto.2010. *Buku Pintar Hukum Pasar Modal*. Transmedia Pustaka: Jakarta.
- Jansen, S.M.H. 2007. *Customer Segmentation and Customer Profiling for a Mobile Telecommunications Company Based on Usage Behavior : A Vodafone Case Study*. University of Maastricht: Maastricht.
- Jogiyanto.2000. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. BPFE UGM : Yogyakarta.
- Johnson, R.A. and Wichern, D.W. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis - Sixth Edition*. Prentice Hall International Inc: New Jersey.
- Klir, G. J. and Yuan, B. 1995. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic : Theory and Applications*. Prentice-Hall International, Inc: New Jersey, USA.
- Kusumadewi, S. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Oei, I. 2009. *Kiat Investasi Valas, Emas, Saham*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Shihab, A. I. 2000. *Fuzzy Clustering Algorithm and Their Application to Medical Image Analysis*, Dissertation, University of London: London.
- Sihombing, G. 2008. *Kaya dan Pintar Jadi Trader dan Investor Saham*. Indonesia Cerdas: Yogyakarta.
- Sumathi, S. and Sivandham, S.N. 2006. *Introduction to Data Mining and its Applications*. Springer Verlag: Berlin Heidelberg.