

ANALISIS CLUSTER DENGAN ALGORITMA K-MEANS DAN FUZZY C-MEANS CLUSTERING UNTUK PENGELOMPOKAN DATA OBLIGASI KORPORASI

Desy Rahmawati Ningrat¹, Di Asih I Maruddani², Triastuti Wuryandari³

¹Mahasiswa Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro

^{2,3}Staff Pengajar Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro

e-mail desyrahmawati.ningrat@gmail.com

ABSTRACT

Cluster analysis is a method of grouping data (object) that are based on information that found in the data which describes the object and relation within. Cluster analysis aims to make the joined objects in the cluster are identical (or related) with one another and different (not related) to objects in another cluster. In this study used two method of grouping; Fuzzy C-Means and K-Means Clustering. The data used in this research had been using 357 corporate bonds data on December 1st, 2015. The variables used in this study consist of coupon rate, time to maturity, yield and rating of each corporate. The determination of the number of optimum clusters performed by Xie Beni index of validity calculation at FCM method. Having obtained the optimum number of clusters, evaluation step was conducted by comparing FCM method to K-Means method with noticing the average of standard deviation in the clusters and the average of standard deviation inter-clusters (Sw/Sb) from each method. Method with the smallest Sw/Sb ratio value would get chosen as the best method. Based on the validity index Xie Beni, the most optimum number of cluster is 10 because it has the smallest Sw/Sb ratio value compared to FCM, the value is 0,6651. Afterwards, the result of K-Means clustering is analyzed to determined the interpretation and characteristics of each formed clusters.

Keyword: Cluster Analysis, coupon rate, time to maturity, yield, rating, Fuzzy C-Means, K-Means, Xie Beni Index, Sw/Sb ratio.

1. PENDAHULUAN

Obligasi adalah sekuritas yang memuat janji untuk memberikan pembayaran tetap menurut jadwal yang telah ditetapkan (Rahardjo, 2003). Informasi tentang perkembangan harga obligasi dapat dijumpai pada laporan *Indonesia Bond Pricing Agency* (IBPA) yang dapat di akses melalui internet (www.ibpa.co.id). Melalui informasi tersebut dapat diketahui pergerakan harga obligasi dan estimasi pergerakan tingkat bunga yang sangat berpengaruh terhadap harga obligasi. Berdasarkan informasi yang dapat digali dari data obligasi korporasi laporan *Indonesia Bond Pricing Agency* (IBPA) tersebut maka dapat dilakukan proses pengelompokan obligasi. Hal ini dilakukan untuk mendukung strategi pemilihan investasi obligasi yang bisa jadi berbeda untuk tiap kelompoknya. Data obligasi ini terdiri dari beberapa atribut dengan jumlah *record* yang banyak sehingga diperlukan suatu proses yang dapat mengelompokkan data tersebut, yaitu *clustering*. Penggunaan *clustering* diharapkan dapat memberikan prediksi pengelompokan obligasi tersebut.

Salah satu metode *clustering* yang dapat digunakan untuk mengelompokkan data adalah *Fuzzy C-Means* (FCM) dan *K-Means clustering*. FCM adalah suatu teknik pengelompokan data dimana keberadaan tiap titik data dalam suatu kelompok (*cluster*) ditentukan oleh derajat keanggotaan. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka akan didapat bahwa pusat *cluster* menuju lokasi yang tepat (Kusumadewi, 2010). *K-Means Clustering* merupakan metode yang

berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk dua atau lebih kelompok (Prasetyo, 2012). Metode ini mempartisi data ke dalam kelompok (*cluster*) sehingga data berkarakteristik sama dimasukkan ke dalam satu *cluster* yang sama dan data yang berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang lain. Konsep perulangan metode FCM sama seperti metode *K-Means* yakni didasarkan pada minimalisasi fungsi objektif. Dengan metode FCM ini, akan dianalisis banyaknya *cluster* optimum yang akan mengelompokkan data obligasi korporasi ke dalam *cluster-cluster* yang berbeda menggunakan Indeks Xie Beni.

Setelah menganalisis dengan metode FCM dan diperoleh banyak *cluster* optimum berdasarkan indeks Xie Beni, kemudian melakukan tahap evaluasi yaitu dengan membandingkan hasil pengelompokan dengan metode *K-Means*. Tahap penentuan metode terbaik dilakukan dengan membandingkan rasio simpangan baku didalam *cluster* (S_w) terhadap rasio simpangan baku antar *cluster* (S_b) pada masing-masing metode. Nilai rasio S_w/S_b yang terkecil yang akan dipilih sebagai metode terbaik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Obligasi Perusahaan

Obligasi perusahaan (*corporate bond*) adalah surat utang yang dikeluarkan oleh perusahaan dan dijual/belikan di bursa atau secara privat, biasanya dengan bank atau perusahaan asuransi (Zubir, 2012). Menurut Surya dan Nasher (2011), tujuan penting yang melatarbelakangi perusahaan dalam menerbitkan obligasi diantaranya, jumlah dana yang dibutuhkan akan lebih fleksibel nilainya sesuai dengan kemampuan pasar dalam menyerap kebutuhan obligasi tersebut, serta kemampuan pihak penjamin emisi dalam memberikan komitmen jumlah penerbitan obligasi.

2.2. Karakteristik Obligasi

Obligasi merupakan salah satu instrumen pasar modal. Obligasi memiliki prinsip yang secara khusus pada utang jangka panjang yang disesuaikan dengan kontrak dari pihak pemberi pinjaman dengan pihak pemohon pinjaman. Keuntungan yang diperoleh oleh investor atau pemberi pinjaman adalah berupa kupon atau suku bunga yang dilindungi oleh kontrak yang sudah disepakati bersama.

Adapun karakteristik yang ada pada obligasi yang dapat teramati menurut Rahardjo (2003) antara lain:

1. Nilai Penerbitan Obligasi (Jumlah Pinjaman Dana)

Nilai penerbitan obligasi merupakan nilai pokok dari suatu obligasi yang akan diterima oleh pemegang obligasi pada saat obligasi tersebut jatuh tempo.

2. Jangka Waktu Obligasi

Setiap obligasi memiliki jangka waktu jatuh tempo (*time to maturity*). Kebanyakan obligasi memiliki jangka waktu 5 tahun. Semakin pendek jangka waktu obligasi maka akan semakin diminati oleh investor karena dianggap risikonya semakin kecil. Pada saat jatuh tempo pihak penerbit obligasi berkewajiban melunasi pembayaran pokok obligasi tersebut.

3. Tingkat Suku Bunga

Untuk menarik investor membeli obligasi maka diberikan insentif berbentuk tingkat suku bunga yang menarik. Penentuan tingkat suku bunga biasanya ditentukan dengan membandingkan tingkat suku bunga perbankan pada umumnya.

4. Jadwal Pembayaran Suku Bunga

Jadwal pembayaran suku bunga adalah tanggal dimana pemegang obligasi akan mendapatkan pembayaran kembali pokok atau nilai nominal obligasi yang dimilikinya.

2.3. Rating Obligasi

Rating atau peringkat berisi informasi bagi investor atas risiko obligasi yang diperdagangkan. Bagi *emiten*, *rating* berguna untuk mengetahui struktur obligasi dan posisi kinerjanya dibandingkan dengan perusahaan lain. Peringkat obligasi memberikan petunjuk bagi investor tentang kualitas obligasi yang mereka minati sehingga investor dapat melakukan strategi apakah akan membeli atau tidak. Proses pemeringkat obligasi dalam perusahaan dapat dilakukan dengan menunjuk lembaga pemeringkat. Menurut Rahardjo (2003) proses pemeringkatan dilakukan dengan survei dan wawancara yang dilakukan terhadap manajemen yang membutuhkan waktu lebih dari 1 bulan. Indonesia memiliki dua lembaga pemeringkat surat utang yaitu PEFINDO (Pemeringkat Efek Indonesia) dan PT *Kasnic Credit Rating Indonesia* (Rahardjo, 2003).

2.4. Analisis Cluster

Menurut Tan (dalam Prasetyo (2012)), analisis kelompok (*cluster analysis*) adalah metode pengelompokan data (objek) yang didasarkan hanya pada informasi yang ditemukan dalam data yang menggambarkan objek tersebut dan hubungan di antaranya. Tujuannya adalah agar objek-objek yang bergabung dalam sebuah *cluster* merupakan objek-objek yang mirip (atau berhubungan) satu sama lain dan berbeda (atau tidak berhubungan) dengan objek dalam *cluster* yang lain. Lebih besar kemiripannya (homogenitas) dalam *cluster* dan lebih besar perbedaannya diantara *cluster* yang lain.

Pemilihan Ukuran Jarak

Analisis *cluster* membuat pengelompokan objek berdasarkan jarak antara pasangan objek. Jarak merupakan ukuran yang digunakan untuk mengukur kemiripan dari suatu objek. Pada proses pemilihan ini, dapat dipilih salah satu dari beberapa jarak yang biasa digunakan salah satunya adalah jarak *Euclidean*. Jarak *Euclidean* adalah akar dari jumlah kuadrat perbedaan/deviasi di dalam nilai untuk setiap variabel (Supranto, 2004). Jarak *euclidean* antara *cluster* objek ke-*i* dan *cluster* objek ke-*g* dari *p* variabel didefinisikan sebagai berikut:

$$d(X_i, X_g) = \left[\sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{gj})^2 \right]^{1/2}$$

Asumsi Analisis Cluster

Terdapat dua asumsi dalam analisis *cluster* menurut Hair *et al.* (2006) yaitu:

a.) Sampel yang mewakili (Sampel Representatif)

Sampel yang mewakili atau representatif adalah sampel yang diambil dapat dikatakan merepresentasikan atau mewakili populasi yang ada. Tidak ada ketentuan untuk jumlah sampel yang representatif, namun tetaplah diperlukan sejumlah sampel yang cukup besar agar proses *clustering* atau pengelompokan dapat dilakukan dengan benar. Pengujian sampel yang mewakili (sampel representatif) dapat dilakukan dengan uji Kaiser-Mayer-Olkin (KMO). Uji Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) banyak digunakan untuk melihat syarat kecukupan suatu sampel. Uji KMO ini mengukur kecukupan sampling secara menyeluruh dan mengukur kecukupan sampling untuk setiap indikator. Uji Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) memiliki nilai 0 sampai dengan 1. Jika nilai KMO berkisar 0,5 sampai 1 maka sampel dapat dikatakan mewakili populasi atau sampel representatif.

b.) Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah adanya hubungan linear yang sempurna atau pasti di antara beberapa atau semua variabel (Gujarati, 1978). Multikolinearitas berkenaan dengan terdapatnya lebih dari satu hubungan linear pasti. Untuk mengetahui adanya

multikolinearitas salah satunya adalah dengan menghitung nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) dengan rumus :

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Menurut Widarjono (2010), terjadinya multikolinearitas apabila nilai $(VIF_j) \geq 10$. Jika terindikasi terjadi multikolinearitas maka harus dilakukan tindakan perbaikan multikolinearitas.

2.5. Pengelompokan dengan FCM dan K-Means

2.5.1. Algoritma FCM

Langkah-langkah algoritma FCM (Kusumadewi, 2010):

1. Input data yang akan dikelompokkan (X), berupa matriks berukuran $n \times p$ (n = jumlah sampel data, p = variabel setiap data).
2. Menentukan jumlah *cluster* (c), pangkat pembobot ($m > 1$), maksimum iterasi (MaxIter), *error* terkecil yang diharapkan (ϵ), Fungsi objektif awal ($P_0 = 0$).
3. Bangkitkan bilangan random U_{ik} , dimana $i = 1, 2, 3, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$;
4. Menghitung pusat *cluster* ke- k pada variabel ke- j ; v_{kj} , dengan $k = 1, 2, \dots, c$; $j = 1, 2, \dots, p$;

$$V = [v_{kj}] = \frac{\sum_{i=1}^n (u_{ik})^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^n (u_{ik})^m}$$

5. Menghitung nilai fungsi objektif pada iterasi ke- t (P_t) dengan formula:

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (u_{ik})^m d_{ik} (x_i, v_{kj})$$

6. Menghitung perubahan matriks keanggotaan u_{ik} dengan formula:

$$u_{ik} = \left[\frac{[\sum_{j=1}^p d_{jk}]^{\frac{1}{m-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^p d_{jk}]^{\frac{1}{m-1}}} \right]^{-1}$$

7. Memeriksa kondisi berhenti:

Jika $(|P_t - P_{t-1}|) < \epsilon$ atau $(t > \text{MaxIter})$ maka iterasi berhenti

Jika tidak, maka $t = t+1$, kembali ke langkah 4.

2.5.2. Algoritma K-Means

Langkah-langkah algoritma K-Means (Prasetyo, 2012)

1. Menentukan k sebagai jumlah *cluster* yang ingin dibentuk
2. Mengalokasikan data ke dalam *cluster* secara acak
3. Menentukan pusat *cluster* (*centroid*) dari data yang ada pada masing-masing *cluster* dengan persamaan :

$$C_{kj} = \frac{x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{nj}}{n}$$

dimana

C_{kj} = pusat *cluster* ke- k pada variabel ke j ($j = 1, 2, \dots, p$)

n = banyak data pada *cluster* ke- k

4. Menentukan jarak setiap objek dengan setiap *centroid* dengan perhitungan jarak setiap objek dengan setiap *centroid* menggunakan jarak *Euclidean*

$$d(X_i, X_g) = \sqrt{\sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{gj})^2}$$

5. Menghitung fungsi objektif dengan formula:

$$J = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k a_{ij} d(x_i, C_{kj})^2$$

6. Mengalokasikan masing-masing data ke *centroid*/rata-rata terdekat yang dirumuskan sebagai berikut:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & s = \min\{d(x_i, C_{kj})\} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

a_{ij} adalah nilai keanggotaan titik x_i ke pusat *cluster* C_{kj} , s adalah jarak terpendek dari data x_i ke pusat *cluster* C_{kj} setelah dibandingkan.

7. Mengulangi kembali langkah 3-6 sampai tidak ada lagi perpindahan objek atau tidak ada perubahan pada fungsi objektifnya.

2.6. Penentuan Jumlah Cluster Optimum (Indeks Validitas Xie Beni)

Penentuan jumlah *cluster* optimum dilakukan dengan menggunakan perhitungan indeks validitas Xie Beni (Purnamasari, 2014). Indeks ini bertujuan untuk mengukur rasio dari total variasi dalam *cluster* (S) dan pemisah antar *cluster* (d_{\min}). Banyaknya *cluster* optimum dengan meminimalkan nilai indeks (Jansen, 2007). Kriteria banyak *cluster* optimum diberikan oleh nilai Xie Beni yang minimum pada lembah pertama (Kuo, 2004). Indeks Xie Beni dinyatakan dengan:

$$XB(c) = \frac{S}{d_{\min}}$$

dimana:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (u_{ik})^m d_{ik}^2(x_i, v_k)}{n}$$

$$d_{\min} = \min_{i \neq k} d_{ik}^2(v_i, v_k)$$

$d_{ik}(x_i, v_k)$ merupakan jarak data terhadap pusat *cluster*, $d_{ik}(v_i, v_k)$ merupakan jarak dari pusat *cluster* v_k ke pusat *cluster* v_i .

2.7. Tahap Evaluasi Penentuan Metode Terbaik

Tahap Evaluasi dapat dilakukan dengan melakukan proses pengelompokan dengan jarak atau metode pengelompokan yang berbeda kemudian dibandingkan hasilnya (Simamora, 2005). Pemilihan metode yang menghasilkan kualitas pengelompokan terbaik dilakukan dengan memperhatikan nilai rasio rata-rata simpangan baku dalam *cluster* dan simpangan baku antar *cluster* (Purnamasari, 2014). Rata-rata simpangan baku di dalam *cluster* (S_w) dinyatakan dengan:

$$S_w = \frac{1}{c} \sum_{k=1}^c S_k$$

Simpangan baku antar *cluster* (S_b) dinyatakan sebagai

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

c adalah jumlah *cluster*, S_k merupakan simpangan baku di dalam *cluster* ke- k . \bar{X}_k sebagai rata-rata *cluster* ke- k dan \bar{X} adalah rata-rata dari semua *cluster*. Semakin kecil nilai S_w dan semakin besar nilai S_b maka metode tersebut memiliki kinerja yang baik, artinya memiliki homogenitas yang tinggi. Metode yang dipilih adalah yang memberikan nilai S_w/S_b terkecil.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data tersebut merupakan data obligasi korporasi di Indonesia yang diperoleh dari laporan *Indonesia Bond Pricing Agency (IBPA)* pada tanggal 1 Desember 2015.

3.2. Variabel Data

Variabel-variabel yang digunakan dalam pengelompokan yaitu $X_1 = \text{Coupon rate}$ (tingkat kupon), $X_2 = \text{Time to maturity}$ (waktu jatuh tempo), $X_3 = \text{Yield}$ (estimasi tingkat pengembalian), $X_4 = \text{Rating}$ (peringkat obligasi perusahaan).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk mendapatkan gambaran general mengenai data penelitian, yang meliputi nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan standar deviasi.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Obligasi Korporasi Tanggal 1 Desember 2015

Variabel	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Coupon rate	357	0,01090	0,14250	0,0981871	0,01467400
TTM	357	0,02192	29,58082	2,5130578	2,39404773
Yield	357	8,04319	14,39105	10,1852850	1,03073378
Rating	357	1	10	7,54	2,352
Valid N (listwise)	357				

4.2. Metode FCM

Proses pengelompokan menggunakan algoritma FCM dilakukan dengan menguji coba berbagai banyak *cluster*, hasilnya sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengelompokan FCM

Jumlah Cluster	Iterasi	Fungsi Objektif	Rasio Sw/Sb	Indeks Xie Beni
2	17	1752,784.	3,8536	0,7905
3	27	1037,5833	1,1730	0,7133
4	63	747,9655	1,0434	0,6366
5	88	568,3819	0,9356	0,5927
6	86	457,2875	0,8773	0,5726
7	100	381,8113	0,8810	0,5507
8	100	319,1628	0,7794	0,5495
9	64	277,1499	0,8073	0,5424
10	68	245,5246	0,7947	0,5286
11	64	216,6173	0,7651	0,5298
12	51	194,2590	0,7629	0,5311
13	42	178,4915	0,7733	0,5233

Dari Tabel 2 terlihat bahwa indeks Xie Beni minimum pada banyak cluster = 10. Proses pengelompokan dilanjutkan dengan melakukan pengelompokan menggunakan metode K-Means dengan banyak *cluster* yang sama yaitu 10.

4.3. Metode K-Means

Pengujian Asumsi

1. Asumsi Sampel Representatif
Asumsi ini tidak dilakukan pengujian karena peneliti menggunakan populasi bukan sampel. Yakni populasi data obligasi korporasi pada tanggal 1 Desember 2015.
2. Asumsi Non-multikolinearitas
Hasil uji asumsi multikolinearitas dengan melihat nilai VIF masing-masing variabel yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. VIF Masing-masing Variabel

Variabel	Nilai R²	Nilai VIF
<i>Coupon rate</i>	0,171	1,206
<i>TTM</i>	0,394	1,650
<i>Yield</i>	0,700	3,333
<i>Rating</i>	0,645	2,817

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai VIF masing-masing variabel < 10. Hal ini mengindikasikan bahwa pada setiap variabel tidak terjadi multikolinearitas.

Tabel 4. Hasil Pengelompokan K-Means

Jumlah Cluster	Iterasi	Fungsi Objektif	Rasio Sw/Sb
10	28	28629,76	0,6651

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa rasio Sw/Sb metode K-Means sebesar 0,6651.

4.4. Penentuan Metode Terbaik

Hasil proses pengelompokan dengan FCM dan K-Means disajikan pada Tabel 4.

Tabel 5. Rasio Sw/Sb Metode Terbaik

Banyak <i>Cluster</i>	Rasio Sw/Sb	
	FCM	K-Means
10	0,7947	0,6651

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa nilai Rasio Sw/Sb menggunakan metode *K-Means* 0,6651 lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode FCM yaitu 0,7947 ($0,6651 < 0,7947$), maka dapat disimpulkan bahwa metode terbaik dalam pengelompokan data obligasi korporasi yaitu dengan menggunakan metode *K-Means*. Karena metode K-Means yang terpilih sebagai metode terbaik, maka tahap interpretasi *cluster* dilakukan dengan metode K-Means.

4.5. Interpretasi dan Karakteristik *Cluster*

Mengetahui interpretasi dan karakteristik *cluster* dilakukan dengan mengambil rata-rata dari masing-masing variabel yaitu *coupon rate*, TTM, *yield*, dan *rating* (\bar{X}_{rata}). Selanjutnya untuk masing-masing *cluster* juga diambil rata-rata untuk variabel *coupon rate*, TTM, *yield*, dan *rating* (\bar{X}_c). Setiap variabel didalam *cluster*, jika $\bar{X}_c > \bar{X}_{\text{rata}}$ diberikan tanda (+), sedangkan jika $\bar{X}_c < \bar{X}_{\text{rata}}$ maka diberikan tanda (-).

Tabel 6. Karakteristik Hasil Pengelompokan Menggunakan K-Means

<i>Cluster</i>	Karakteristik			
	<i>Coupon Rate</i>	TTM	<i>Yield</i>	<i>Rating</i>
1	+	+	+	-
2	+	+	+	-
3	+	-	+	-
4	+	+	+	+
5	+	+	+	-
6	-	+	+	+
7	-	-	-	+
8	+	+	-	-
9	+	-	-	-
10	-	-	-	+

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa cluster 7 merupakan cluster terbaik. *Cluster 7* beranggotakan 63 obligasi korporasi. *Cluster 7* merupakan *cluster* dengan nilai rata-rata *cluster* lebih besar dibanding nilai rata-rata obligasi korporasi pada variabel *rating*. Sedangkan untuk variabel *coupon rate*, TTM, dan *yield cluster* ini memiliki nilai rata-rata *cluster* lebih kecil dibanding nilai rata-rata obligasi korporasi. *Cluster 7* memiliki rata-rata *coupon rate* yang berkisar antara 6,40% sampai dengan 13,6%. TTM *cluster* ini memiliki rata-rata cukup bagus karena tidak begitu lama yakni sekitar 0,7. *Yield* obligasi pada *cluster* ini

memiliki rata-rata yang berkisar antara 8,04% sampai dengan 10,32%. *Cluster 7* merupakan *cluster* dengan obligasi yang memiliki *rating* sangat bagus yakni obligasi yang hanya memiliki *rating* AA+ dan AAA.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pengelompokan data obligasi korporasi dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan indeks validitas Xie Beni menggunakan algoritma FCM diperoleh jumlah *cluster* optimum adalah 10 *cluster*.
2. Berdasarkan kualitas ketepatan pengelompokan menggunakan rasio simpangan baku dalam *cluster* dan antar *cluster* (rasio Sw/Sb), pengelompokan data obligasi korporasi berdasarkan variabel *coupon rate*, TTM, *yield*, dan *rating* dari masing-masing perusahaan lebih tepat menggunakan metode *K-Means* karena memiliki nilai rasio Sw/Sb yang lebih kecil dibandingkan dengan metode FCM yakni 0,6651.
3. Berdasarkan hasil pengelompokan data obligasi korporasi menurut variabel *coupon rate*, TTM, *yield*, dan *rating* dengan menggunakan metode *K-Means* diketahui bahwa *cluster 7* merupakan *cluster* yang terbaik karena *cluster 7* memuat obligasi dengan *rating* AA+ dan AAA dengan *time to maturity* yang tidak terlalu lama. *cluster* ini dapat dijadikan rekomendasi bagi calon investor yang akan membeli obligasi-obligasi perusahaan karena peringkat AA+ dan AAA merupakan peringkat tertinggi dengan kemampuan obligor yang superior dan sangat kuat serta mampu memenuhi kewajiban jangka panjangnya. Dengan *time to maturity* obligor pada *cluster 7* yang tidak terlalu lama dapat mengurangi risiko kerugian bagi investor, karena potensi kebangkrutan obligor dapat diprediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hair, J.F. JR., Anderson, R.E, Tatham, R.L & Black W.C. 2006. *Multivariate Data Analysis Sixth Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Jansen, S.M.H. 2007. *Customer Segmentation and Customer Profilling for a mobile telecommunications Company Based on Usage Behavior : A vodafone Case Study*. University of Maastricht: Maastricht.
- Kuo, L.W. dan Miin, S.Y. 2004. *A Cluster Validity Index for Fuzzy Clustering*. *Pattern Recognition Letter*. 26 1275-1291.
- Kusumadewi, S. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Prasetyo, E. 2012. *Data Mining: Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Purnamasari, S.B. 2014. Pemilihan Cluster Optimum Pada Fuzzy C-Means (Studi kasus: Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia). *Jurnal Gaussian*. Vol.3 No.3. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rahardjo, S. 2003. *Panduan Investasi Obligasi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Simamora, B. 2005. *Analisis Multivariat Pemasaran Edisi Pertama*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Surya, B.A dan Nasher, T.G . 2011. Analisis Pengaruh Tingkat Suku Bunga SBI, Exchange Rate, Ukuran Perusahaan, Debt To Equity Ratio dan Bond terhadap Yield Obligasi Korporasi di Indonesia. *Jurnal Manajemen Teknologi*. Vol.10-2/2011. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Widarjono, A. 2010. *Analisis Statistika Multivariat Terapan*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.