

BAB 3

METODE FUZZY TIME SERIES DENGAN FAKTOR PENDUKUNG UNTUK MERAMALKAN DATA SAHAM

3.1 Pengertian Dasar Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu kegiatan yang memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa mendatang. Kegunaan dari suatu peramalan dapat dilihat pada saat pengambilan keputusan. Keputusan yang baik adalah keputusan yang didasarkan oleh pertimbangan apa yang akan terjadi saat keputusan tersebut dilakukan. Apabila keputusan yang diambil kurang tepat sebaiknya keputusan tersebut tidak dilaksanakan. Oleh karena masalah pengambilan keputusan merupakan masalah yang dihadapi maka peramalan juga merupakan masalah yang harus dihadapi, karena peramalan berkaitan erat dengan pengambilan suatu keputusan.

3.1.1 Pendekatan Kausal (sebab-akibat)

Metode peramalan dengan pendekatan kausal merupakan metode peramalan yang membahas proyeksi suatu kejadian berdasarkan variabel-variabel yang diduga mempengaruhi kejadian tersebut. Teknik peramalan yang termasuk pendekatan ini diantaranya adalah analisis regresi. Regresi adalah pengukur hubungan dua variabel atau lebih yang dinyatakan dengan bentuk hubungan atau fungsi. Untuk menentukan bentuk hubungan diperlukan pemisahan yang tegas antara variabel bebas yang sering dinotasikan dengan X dan variabel tak bebas dinotasikan dengan Y . Pada analisis regresi harus terdapat variabel yang ditentukan dan variabel yang menentukan atau dengan kata lain terdapat ketergantungan variabel yang satu dengan variabel lainnya. Kedua variabel biasanya bersifat kausal atau mempunyai hubungan sebab akibat yaitu saling berpengaruh. Bentuk umum regresi linier sederhana adalah :

$$Y = a + bX$$

dengan a merupakan konstanta, merupakan koefisien regresi, Y merupakan variabel dependen (variabel tak bebas), X merupakan variabel independen (variabel bebas

3.1.2 Pendekatan Time Series (Runtun Waktu)

Pada model ini peramalan masa depan dilakukan berdasarkan nilai data masa lalu. Tujuan metode peramalan ini adalah menemukan pola dalam deret data historis dan memanfaatkan pola deret tersebut untuk peramalan masa depan. Data-data yang dikumpulkan secara periodik berdasarkan urutan waktu, dalam jam, hari, minggu, bulan, kuartal dan tahun, dapat dilakukan analisis menggunakan metode runtun waktu. Secara umum metode runtun waktu terbagi menjadi dua, yaitu:

a) Metode Box-Jenkins

Pada metode ini, data yang digunakan harus memiliki trend dalam jangka waktu yang panjang sehingga membutuhkan banyak data.

b) Metode *Fuzzy*

Pada metode ini, data terlebih dulu harus diubah menjadi bentuk linguistik (kualitatif), memiliki relasi runtun waktu dalam jangka waktu yang tidak harus panjang.

Metode yang menjadi dasar peramalan pada skripsi ini adalah metode runtun waktu *fuzzy*.

3.2 Runtun Waktu *Fuzzy*

Metode *fuzzy time series* menangkap pola data masa lalu kemudian menggunakannya untuk memproyeksikan data masa depan. Prosesnya tidak membutuhkan sistem pembelajaran yang kompleks. Proses *fuzzy time series* bersifat dinamik dari suatu variabel linguistik yang nilai linguistiknya adalah himpunan *fuzzy*. Keunggulannya adalah mendefinisikan relasi *fuzzy* yang dibentuk dengan menentukan hubungan logika dari data *training*. *Fuzzy time series* dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 dan dikenal sebagai *fuzzy time series* klasik yang pemodelannya menggunakan persamaan relasi *fuzzy*. Relasi *fuzzy* dibentuk dengan menentukan hubungan logika data latih. Relasi *fuzzy* melibatkan himpunan *fuzzy* yang dihasilkan dari himpunan universal.

Konsep dasar *fuzzy time series* yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993a, 1993b, 1994) dimana nilai *fuzzy time series* direpresentasikan dengan

himpunan *fuzzy* (Chen, 1998; Zadeh, 1965). Didefinisikan U adalah semesta pembicaraan dimana $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$. Sebuah himpunan *fuzzy* dalam semesta pembicaraan U dapat direpresentasikan sebagai berikut :

$$A = \frac{f_A(u_1)}{u_1} + \frac{f_A(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{f_A(u_n)}{u_n}$$

dengan f_A adalah fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A , $f_A: U \rightarrow [0,1]$, $f_A(u_i)$ merupakan tingkat keanggotaan dari u_i dalam himpunan *fuzzy* A , dan $1 \leq i \leq n$.

Definisi 3.2.1 (Dian Chen dan Ming Chen, 2009: 3450)

Asumsikan $Y(t) \subset \mathbb{R}$, $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ menjadi semesta pembicaraan yang memuat semua data historik. Jika $f_i(t)$ adalah fungsi derajat keanggotaan dimana himpunan *fuzzy* telah didefinisikan serta saat $F(t)$ dapat dimengerti sebagai variabel linguistik dengan :

$$f_i(t), \quad i = 1, 2, \dots$$

merupakan nilai linguistik dari $F(t)$, maka $F(t)$ merupakan runtun waktu *fuzzy* untuk $Y(t)$.

Berikut adalah metode yang ditemukan oleh Song dan Chissom :

Langkah 1 : Definisikan himpunan semesta U dimana himpunan *fuzzy* didefinisikan.

Langkah 2 : Membagi himpunan semesta U menjadi beberapa bagian dengan panjang interval yang sama.

Langkah 3 : Menentukan beberapa variabel linguistik yang direpresetasikan oleh himpunan *fuzzy* dari interval-interval yang telah dibagi

Langkah 4 : Fuzifikasi data historik berdasarkan himpunan *fuzzy* yang telah didefinisikan

Langkah 5 : Memilih parameter w dimana $w > 1$ dan menentukan nilai

$R^w(t, t - 1)$ dan lakukan permalan dengan aturan :

$$F(t) = F(t - 1) \circ R^w(t, t - 1)$$

dimana $F(t)$ menotasikan himpunan *fuzzy* yang diramalkan pada waktu ke- t dan $F(t - 1)$ menotasikan himpunan *fuzzy* dari data historik pada waktu $t - 1$, dan

$$R^w(t, t - 1) = F^T(t - 2) \times F(t - 1) \cup F^T(t - 3) \times F(t - 2) \cup \dots \cup F^T(t - w) \times F(t - w + 1)$$

dimana w merupakan dasar model yang menotasikan banyaknya waktu sebelum t , \times adalah operator hasil kali cartesius dan T adalah operator transpos

Langkah 6 : Defuzzifikasi himpunan *fuzzy* yang telah diramalkan dengan menggunakan neural nets, yaitu

1. Jika semua nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* $F(t)$ adalah 0, maka defuzzifikasi $F(t) = 0$
2. Jika nilai keanggotaan dari $F(t)$ memiliki satu nilai maksimum, maka $F(t)$ merupakan anggota yang memiliki nilai maksimum tersebut, jika anggota tersebut berbentuk interval maka $F(t)$ adalah nilai tengah interval tersebut.
3. Jika nilai keanggotaan dari $F(t)$ memiliki lebih dari 2 maksimum, maka $F(t)$ diperoleh berdasarkan nilai rata-rata dari anggota-anggota yang memiliki nilai tersebut. Jika berbentuk interval, maka $F(t)$ diperoleh dengan cara mengambil nilai tengah dari setiap anggota yang memiliki nilai maksimum tersebut, kemudian menentukan rata-rata nilai tengah tersebut.

ilustrasi:

Jika $u_1 = [0,20]$, $u_2 = [20,40]$, $u_3 = [40,60]$ dan misalkan

$$F(t) = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3}$$

Penyelesaian :

Karena nilai maximumnya adalah 1 dan berada pada interval

$u_1 = [0,20]$ dan $u_2 = [20,40]$ maka :

$$F(t) = \frac{10 + 30}{2} = 20$$

Metode Song dan Chisom memiliki perhitungan yang rumit pada langkah 5 dan langkah 6 dimana perhitungannya menggunakan operasi matriks yang kompleks. Chen mengembangkan metode yang lebih sederhana dari pada metode tersebut, dengan menggunakan operasi aritmatika sederhana yaitu :

Misalkan $F(t)$ adalah data yang akan diramalkan dimana $F(t - 1) = A_j$, maka berlaku salah satu kondisi di bawah ini:

- Jika hanya terdapat satu relasi grup *fuzzy* dari A_j yaitu $A_j \rightarrow A_s$, maka $F(t) = A_s$, dimana defuzifikasinya adalah nilai tengah dari interval dimana memiliki nilai keanggotaan maksimum pada A_s .
- Jika A_j tidak memiliki relasi maka defuzifikasi $F(t)$ diperoleh dari nilai tengah interval yang memiliki nilai keanggotaan maksimum pada A_j .
- Jika terdapat lebih dari satu relasi grup *fuzzy* dari A_j yaitu $A_j \rightarrow A_{k1}, A_{k2}, \dots$ maka defuzifikasi $F(t)$ diperoleh dari rata-rata nilai tengah dari masing-masing interval yang memiliki nilai keanggotaan maksimum pada masing-masing A_{k1}, A_{k2}, \dots .

3.3 Relasi Logika *Fuzzy* dan Model Orde Pertama

Relasi logika *fuzzy* merupakan relasi yang menghubungkan antara data historis yang memiliki hubungan sebab akibat dengan pendefinisian sebagai berikut.

Definisi 3.3.1 (Dian Chen dan Ming Chen, 2009: 3450)

Jika ada $f_i(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$, ada sebuah $f_i(t - 1) \in F(t - 1)$ dimana $i \in I$ sehingga ada relasi *fuzzy* $R_{ij}(t, t - 1)$ dan $f_i(t) = f_i(t - 1) \circ R_{ij}(t, t - 1)$ dimana \circ adalah komposisi maks - min, maka $F(t)$ dikatakan disebabkan hanya oleh $F(t - 1)$

$$F(t - 1) \rightarrow F(t)$$

atau ekuivalen dengan $F(t - 1) \rightarrow F(t)$

Model berbentuk $f_i(t) = f_i(t-1) \circ R_{ij}(t, t-1)$ dinamakan model orde pertama. Relasi *fuzzy* logika dengan sisi kanan yang sama, menjadi suatu grup yang sama dinamakan relasi grup *fuzzy* logika.

Definisi 3.3.2 (Sah dan Degtiarev, 2005 : 376)

Relasi logika *fuzzy* di mana memiliki “sisi kiri” yang identik, dapat digrupkan menjadi grup relasi logika *fuzzy*. Sebagai contoh untuk identik “sisi kiri” A_i sebuah grup relasi logika *fuzzy* dapat di bentuk dengan:

$$\left. \begin{array}{l} A_i \rightarrow A_{j1} \\ A_i \rightarrow A_{j2} \\ \dots \dots \dots \end{array} \right\} A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots$$

3.4 Time Variant Fuzzy Time Series

Jika relasi logika *fuzzy* dari runtun waktu *fuzzy* tidak bergantung terhadap waktu t maka dapat disebut sebagai *time invariant*.

Definisi 3.4.1 (Chen dan Hsu, 2004;235)

Misalkan $R_1(t, t-1) = U_{i,j}R_{i,j}^1(t, t-1)$ dan $R_2(t, t-1) = U_{i,j}R_{i,j}^2(t, t-1)$ adalah dua relasi *fuzzy* antara $F(t)$ dan $F(t-1)$. Jika untuk $f_j(t) \in F(t)$ dimana $j \in J$ ada sebuah $f_i(t-1) \in F(t-1)$ dimana $i \in I$ dan relasi *fuzzy* $R_{i,j}^1(t, t-1)$ dan $R_{i,j}^2(t, t-1)$ sehingga $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{i,j}^1(t, t-1)$ dan $f_j(t) = f_i(t-1) \circ R_{i,j}^2(t, t-1)$ maka didefinisikan $R_1(t, t-1) = R_2(t, t-1)$. Namun Jika relasi logika *fuzzy* dari runtun waktu *fuzzy* bergantung terhadap waktu t maka dapat disebut sebagai *time variant*.

3.5 Algoritma Metode Fuzzy Time Series dengan Faktor Pendukung

Metode *fuzzy time series* dengan faktor pendukung dikemukakan pertama kali oleh Chen C. D. dan Chen S. M. pada tahun 2009. Metode tersebut merupakan pengembangan dari metode yang telah dikemukakan oleh Song dan Chissom dan metode yang dikemukakan oleh Chen S. M. Perbedaan dari metode

ini dengan metode sebelumnya adalah terletak pada keterlibatan faktor pendukung. Faktor pendukung yang digunakan tentunya harus memiliki hubungan yang cukup erat dengan faktor utama baik itu berbanding lurus ataupun berbanding terbalik. Hubungan yang dilihat adalah trend persentase kenaikan (variasi) nilai data historik faktor pendukung dengan trend persentase kenaikan nilai data historik faktor utama. Pada tahapannya, permalan dengan menggunakan metode ini membutuhkan enam tahap meliputi: (1) fuzzifikasi data historik utama ; (2) mengkonstruksi grup relasi logika *fuzzy* data utama; (3) fuzzifikasi variasi data historik utamadan pendukung ; (4) mengkonstruksi grup relasi logika *fuzzy* antara variasi pendukung dengan variasi utama; (5) menghitung bobot dari fuzy variasi faktor pendukung; (6) melakukan peramalan.

3.5.1 Fuzzifikasi Data Historik Utama

Definisikan universe of discourse U , dimana $U=[D_{min}-D_1, D_{max}+D_2]$. Dimana D_{min} adalah data terkecil dan D_{max} adalah data terebesar dari data historik faktor utama. Dan D_1 , D_2 adalah dua bilangan real untuk mempermudah pembagian interval U . Bagi U menjadi beberapa interval dengan panjang yang sama misalkan $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$. Definisikan bentuk linguistik A_i yang direpresentasikan oleh himpunan *fuzzy* sebagai berikut :

$$A_1 = \frac{1}{U_1} + \frac{0,5}{U_2} + \frac{0}{U_3} + \dots + \frac{0}{U_n}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{U_1} + \frac{1}{U_2} + \frac{0,5}{U_3} + \dots + \frac{0}{U_n}$$

$$A = \frac{0}{U_1} + \frac{0,5}{U_2} + \frac{1}{U_3} + \frac{0,5}{U_4} + \dots + \frac{0}{U_n}$$

$$\vdots$$

$$A = \frac{0}{U_1} + \dots + \frac{0}{U_{n-2}} + \frac{0,5}{U_{n-1}} + \frac{1}{U_n}$$

Fuzzifikasi setiap data historik dari faktor utama menjadi himpunan *fuzzy* yang telah didefinisikan sebelumnya. Jika data historik dari faktor utama anggota interval u_i dan nilai keanggotaan $\max A_i$ terjadi pada saat u_i maka data tersebut difuzzifikasi oleh A_i .

3.5.2 Bentuk Grup Relasi Logika Fuzzy Data Historik Utama

Konstruksi relasi logika *fuzzy* dari data historik yang telah menjadi himpunan *fuzzy*. jika *fuzzy* dari data ke $n - 1$ adalah A_i dan *fuzzy* dari data ke n adalah A_j , maka relasi logika *fuzzy* nya adalah $A_i \rightarrow A_j$.

Bentuk grup relasi logika *fuzzy* dimana jika $A_i \rightarrow A_{j_1}, A_i \rightarrow A_{j_2}, \dots, A_i \rightarrow A_{j_n}$ maka grupnya adalah $A_i \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, A_{j_n}$

3.5.3 Fuzzyfikasi Variasi Data Historik Utama dan Variasi Data Historik Faktor Pendukung

Sebelum memastikan data historik faktor pendukung yang dipilih maka harus diuji korelasi antara faktor pendukung dengan data utama. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa faktor pendukung memiliki pengaruh besar terhadap data historik utama. Untuk itu diperlukan uji regresi sederhana dengan variabel bebas adalah faktor pendukung dan variabel terikat adalah faktor utama, Bentuk variasi dari data historik faktor utama dengan rumusan dimana variasi var_t pada hari t adalah

$$var_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} \times 100\%$$

Untuk nilai variasi dari faktor pendukung maka harus memilih salah satu dari pilihan berikut

1 Faktor pendukung tunggal

$var = varF$ jika faktor pendukungnya adalah F

2 Faktor pendukung ganda (misalkan F_1 dan F_2)

$$var = \frac{varF_1 + varF_2}{2}$$

- a) Definisikan himpunan semesta $V=[Varmin, Varmax]$ yang memuat semua variasi data historik utama. Nilai $Varmin = -\infty$ jika minimum variasi pendukung lebih kecil dan $Varmax = \infty$ jika maksimum variasi pendukung lebih besar
- b) Bagi V menjadi beberapa interval dengan panjang yang sama misalkan $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$

- c) Definisikan Himpunan *fuzzy* $B_i = \frac{\sum f_i(t)}{v_i}$ dimana $f_i(t)$ bernilai 1 jika v_i anggota B_i dan 0 jika bukan, yaitu.

$$B_1 = \frac{1}{v_1} + \frac{0,5}{v_2} + \frac{0}{v_3} + \dots + \frac{0}{v_n}$$

$$B_2 = \frac{0,5}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \frac{0,5}{v_3} + \dots + \frac{0}{v_n}$$

$$B = \frac{0}{v_1} + \frac{0,5}{v_2} + \frac{1}{v_3} + \frac{0,5}{v_4} + \dots + \frac{0}{v_n}$$

$$B = \frac{0}{v_1} + \dots + \frac{0}{v_{n-2}} + \frac{0,5}{v_{n-1}} + \frac{1}{v_n}$$

- d) Fuzzifikasi variasi data historik utama, yaitu $Z_i = B_i$ jika Z_i anggota V_i yang memiliki $f_i(t) = 1$, begitupun untuk variasi pendukung.

3.5.4 Bentuk Grup Relasi Logika *Fuzzy* antara Variasi Data Historik Utama dan Faktor Pendukung

- a) Bentuk relasi logika *fuzzy* $B_i \rightarrow B_j$ dimana B_i *fuzzy* dari variasi pendukung $F(t-1)$ dan B_j *fuzzy* dari variasi utama $F(t)$.
- b) Bentuk grup relasi logika *fuzzy* dimana jika $B_i \rightarrow B_{j1}, B_i \rightarrow B_{j2}, \dots, B_i \rightarrow B_{jn}$ maka grupnya adalah $B_i \rightarrow B_{j1}, B_{j2}, \dots, B_{jn}$.

3.5.5 Hitung beban dari *fuzzy* Variasi Data Historik Faktor Pendukung

- a) Jika grup relasi *fuzzy* variasi $B_i \rightarrow B_{j1}, B_{j2}, \dots, B_{jn}$, hitung banyaknya indeks jk yang lebih kecil dari i , yang sama dengan i , dan yang lebih besar dari i .
- b) Hitung beban dari B_i , dengan perhitungan: $W_{B_{i1}}$ = persentase banyak indeks yang lebih kecil, $W_{B_{i2}}$ = persentase banyak indeks yang sama dengan, dan $W_{B_{i3}}$ = persentase banyak indeks yang lebih besar.

3.5.6 Peramalan

- a) Untuk meramalkan waktu ke- t , perhatikan *fuzzy* data utama dan variasi pendukung waktu ke- $(t-1)$, berturut-turut misalkan A_i dan B_i .

b) Jika grup relasi *fuzzy* dari A_i adalah $A_i \rightarrow A_{j_1}, \dots, A_{j_n}$, misalkan L_{j_1}, \dots, L_{j_n} batas bawah interval pada A_{j_1}, \dots, A_{j_n} , kemudian M_{j_1}, \dots, M_{j_n} titik tengah interval pada A_{j_1}, \dots, A_{j_n} , dan K_{j_1}, \dots, K_{j_n} batas atas interval pada A_{j_1}, \dots, A_{j_n} .

c) Jadi, nilai peramalan untuk waktu ke- t adalah

$$F(t) = \frac{WB_{i1}(L_{j_1} + \dots + L_{j_n}) + WB_{i2}(M_{j_1} + \dots + M_{j_n}) + WB_{i3}(K_{j_1} + \dots + K_{j_n})}{n}$$

