

PERAMALAN PENJUALAN DENGAN METODE FUZZY TIME SERIES HANEEN TALAL JASIM

Sunneng Sandino Berutu¹⁾, Eko Sedyono²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Komputer, UKRIM

Jl. Solo km 11.1 Yogyakarta

Telp : (0274) 496256

E-mail : sandinoberutu@gmail.com¹⁾

²⁾Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW)

Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga

Telp : (0298)321212

E-mail : ekosed1@yahoo.com²⁾

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meramal penjualan dengan metode fuzzy time series Haneen Talal Jasim. Penelitian ini didasarkan atas pentingnya pemilihan metode peramalan untuk menghasilkan ramalan dengan tingkat akurasi tinggi. Proses peramalan dilakukan dengan urutan : input data aktual penjualan, menentukan universe of discourse, menentukan interval, fuzzifikasi data histori, fuzzy logical relationships, fuzzy logical relationships groups dan melakukan defuzzifikasi untuk menghitung nilai ramalan selanjutnya menghitung error ramalan dengan statistik-U dari Theil, mean square error, mean percentage error dan mean absolute percentage error. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi yang dapat meramal penjualan. Hasil pengujian dengan perhitungan akurasi peramalan menunjukkan bahwa hasil ramalan tidak bias dengan rata-rata nilai MPE adalah 0.43 %.

Kata kunci: peramalan, fuzzy time series, error.

1. PENDAHULUAN

Peramalan penjualan mengacu kepada memprediksi penjualan mendatang berdasarkan data histori. Berkaitan dengan kompetensi dan globalisasi, peramalan penjualan memainkan peran penting pada sistem pengambilan keputusan dalam perusahaan. Peramalan penjualan adalah kegiatan untuk mengestimasi besarnya penjualan barang atau jasa oleh produsen, distributor pada periode waktu dan wilayah pemasaran tertentu. Peramalan penjualan merupakan bagian fungsi manajemen sebagai salah satu kontributor keberhasilan sebuah perusahaan. Ketika penjualan diprediksi dengan akurat maka pemenuhan permintaan konsumen dapat diusahakan tepat waktu, kerjasama perusahaan dengan relasi tetap terjaga dengan baik, kepuasan konsumen terpenuhi, membantu perusahaan mengatasi hilangnya penjualan atau kehabisan stok, mencegah pelanggan lari ke kompetitor sedangkan pada sisi internal perusahaan akan menentukan keputusan kebijakan rencana produksi, persediaan barang, investasi aktiva dan cash flow.

Beberapa penelitian terkait dengan peramalan penjualan yaitu pengembangan dan arsitektur penggabungan model baru kedalam proses perencanaan dan peramalan yang ada serta evaluasi terhadap kinerja peramalan. peramalan penjualan album baru sebelum produk diluncurkan kepada konsumen dengan membangun model Hirarki Bayesian berdasarkan proses penyebaran logistik. Membangun model *dinamyc changepoint* untuk peramalan penjualan produk baru dengan menangkap perkembangan dasar perilaku pembeli berhubungan dengan produk baru. Pengembangan sistem informasi peramalan permintaan pasar pada *Chinese Tobacco Wholesalers*.

Peramalan dengan *fuzzy time series* dapat menangkap pola dari data masa lalu untuk memproyeksikan data yang akan datang, kinerja lebih baik pada peramalan masalah riil, dapat dihadapkan dengan data linguistik serta dapat digabungkan dengan model dan pengetahuan heuristik sedangkan metode Haneen Talal Jasim dipilih karena hasil peramalan lebih akurat dibanding dengan metode-metode sebelumnya ketika diaplikasikan pada kasus peramalan penerimaan mahasiswa baru Universitas Alabama.

2. KERANGKA TEORI

2.1. Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu pembentuk *soft computing*. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965. Logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan antara hitam dan putih, dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan” dan “sangat”.

2.2. Fuzzy Time Series

Teori himpunan fuzzy Zadeh digunakan untuk mengembangkan model *time variant* dan *time invariant* peramalan *fuzzy time series* dengan menerapkan pada masalah peramalan pendaftaran mahasiswa baru dengan data berkala pada Universitas Alabama. Metode peramalan *fuzzy time series* pada pendaftaran mahasiswa baru menggunakan operasi aritmetika sederhana. Model *second order fuzzy time series* untuk meramal pendaftaran mahasiswa di Universitas Alabama. Menggunakan model *high order fuzzy time series* untuk mengatasi kelemahan model *first order fuzzy time series* dengan mengimplementasikan pada peramalan pendaftaran mahasiswa pada Universitas Alabama. Model 2 faktor *high-order fuzzy logical relationship* untuk meningkatkan akurasi peramalan.

2.3. Dasar-dasar Fuzzy Time Series

Berbagai definisi dan *properties* peramalan *fuzzy time series* diringkas sebagai berikut :

Definisi 1. Himpunan fuzzy merupakan objek kelas-kelas dengan rangkaian kesatuan nilai keanggotaan. Misalkan U adalah *universe of discourse*, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, dimana u_i merupakan nilai linguistik yang mungkin dari U kemudian sebuah himpunan fuzzy variabel linguistik A_i dari U didefinisikan dengan persamaan(1) berikut.

$$A_i = \mu_{A_i} \left(\frac{u_1}{u_1} \right) + \dots + \mu_{A_i} \left(\frac{u_n}{u_n} \right) \quad (1)$$

Dimana μ_{A_i} merupakan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy A_i sehingga $\mu_{A_i} : U \rightarrow [0,1]$.

Jika u_j keanggotaan dari A_i maka μ_{A_i} adalah derajat yang dimiliki u_j terhadap A_i (Singh, 2007).

Definisi 2. Misalkan $Y(t)$ ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots$) subset R^1 , menjadi *universe discourse* dengan himpunan fuzzy $f_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots$) didefinisikan dan $F(t)$ adalah kumpulan dari $f_1(t), f_2(t), \dots$, maka $F(t)$ disebut *fuzzy time series* didefinisikan pada $Y(t)$ ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots$). Dari definisi tersebut $F(t)$ dapat dipahami sebagai variabel linguistik $f_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots$) dari nilai kemungkinan linguistik $F(t)$. Karena pada waktu yang berbeda, nilai $F(t)$ dapat berbeda, $F(t)$ sebagai himpunan fuzzy adalah fungsi dari waktu t dan *universe discourse* berbeda di tiap waktu maka digunakan $Y(t)$ untuk waktu t .

Definisi 3. Misalkan $F(t)$ disebabkan hanya oleh $F(t-1)$ dan ditunjukkan dengan $F(t-1) \rightarrow F(t)$ maka ada *Fuzzy Relation* antara $F(t)$ dan $F(t-1)$ yang diekspresikan dengan rumus :

$$F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1) \quad (2)$$

Dimana “ \circ ” merupakan operator komposisi Max-Min. Relasi R disebut model *first order* $F(t)$.

Selanjutnya, jika relasi fuzzy $R(t-1, t)$ dari $F(t)$ merupakan independen waktu t sehingga untuk waktu berbeda t_1 dan t_2 , $R(t_1, t_1-1) = R(t_2, t_2-1)$ sehingga $F(t)$ disebut *time-invariant fuzzy time series*.

Definisi 4. Jika $F(t)$ dihasilkan oleh beberapa himpunan fuzzy $F(t-n), F(t-n+1), \dots, F(t-1)$ maka *fuzzy relationship* dilambangkan dengan $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{in} \rightarrow A_j$ dimana $F(t-n) = A_{i1}, F(t-n+1) = A_{i2}, \dots, F(t-1) = A_{in}, F(t) = A_j$ dan *relationship* seperti itu disebut model *nth order fuzzy time series*.

Definisi 5. Misalkan $F(t)$ dihasilkan oleh $F(t-1), F(t-2), \dots$, dan $F(t-m)$ ($m > 0$) secara simultan dan relasi adalah *time variant* maka $F(t)$ disebut menjadi *time variant fuzzy time series* dan relasi dapat diekspresikan dengan rumus :

$$F(t) = F(t-1) \circ R^m(t, t-1) \quad (3)$$

Dimana $W > 1$ merupakan parameter waktu (bulan atau tahun) yang mempengaruhi ramalan $F(t)$.

2.4. Algoritma Haneen Talal Jasim

Langkah-langkah peramalan metode *fuzzy time series* Haneen Talal Jasim adalah sebagai berikut :

- 1. Mengumpulkan data.
- 2. Menentukan nilai maksimum dan minimum dari data untuk mendefinisikan *Universe of Discourse* $U = [D_{\min} - D_1, D_{\max} + D_2]$, dimana D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta.
- 3. Menentukan *interval* I menggunakan metode *average based length* dengan langkah-langkah berikut :

- a. Hitung selisih D_{vi}, D_{vi-1} kemudian hitung rata-ratanya dengan rumus berikut.

$$av = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{i-1})}{n - 1} \tag{4}$$

Dimana n adalah jumlah observasi.

- b. Bagi dua nilai rata-rata.

$$B = \frac{av}{2} \tag{5}$$

- c. Tentukan *range* berdasarkan nilai B.
- d. Besar interval I adalah pembulatan nilai B kemudian basis ditentukan berdasarkan tabel 1.

Tabel 1 Pemetaan Basis

| Range | Base |
|--------------|------|
| 0.1-1.0 | 0.1 |
| 1.1-1.0 | 1 |
| 11-100 | 10 |
| 101-1000 | 100 |
| 1001 - 10000 | 1000 |

- 4. Jumlah *interval fuzzy* diketahui dengan rumus berikut :

$$m = \frac{(D_{\max} + D_1 - D_{\min} + D_2)}{I} \tag{6}$$

- 5. Tentukan himpunan *fuzzy logical*.
 - 6. Tentukan *fuzzy logical relation* $A_j \rightarrow A_i$.
 - 7. Cari *fuzzy logical group*.
 - 8. Menghitung hasil ramalan. Nilai ramalan pada waktu t (F_{vt}) ditentukan dengan aturan-aturan berikut :
- a. Jika *fuzzy logical relation group* A_j adalah nol ($A_j \rightarrow 0$) maka nilai F_{vt} adalah nilai tengah *fuzzy interval* A_j .
 - b. Jika *fuzzy logical relation group* A_j adalah *one to one* ($A_j \rightarrow A_k$) maka interval yang berisi nilai ramalan adalah A_k dan menggunakan aturan-aturan berikut untuk memperoleh hasil peramalan : Diasumsikan bahwa *fuzzy logical relationship* adalah $A_j \rightarrow A_i$ dimana A_i merupakan fuzifikasi penjualan tahun $n-1$ dan A_j merupakan fuzifikasi penjualan tahun n . Hitung Y dengan rumus berikut :

$$Y = \{[Sales(n) - sales(n-1)] - [sales(n-1) - sales(n-2)]\} \tag{7}$$

Dimana,

$Sales(n)$ adalah Penjualan tahun (n) .

$Sales(n-1)$ adalah penjualan tahun $(n-1)$.

$Sales(n-2)$ adalah penjualan tahun $(n-2)$.

Kemudian, bandingkan nilai Y dengan nol dengan mengaplikasikan aturan berikut :

- i. Jika $j > i$ dan $Y > 0$, maka tren nilai peramalan akan naik dan gunakan aturan 2 untuk meramal penjualan.
- ii. Jika $j > i$ dan $Y < 0$, maka tren nilai peramalan akan turun dan gunakan aturan 3 untuk meramal penjualan.
- iii. Jika $j < i$ dan $Y > 0$, maka tren nilai peramalan akan naik dan gunakan aturan 2 untuk meramal penjualan.
- iv. Jika $j < i$ dan $Y < 0$, maka tren nilai peramalan akan turun dan gunakan aturan 3 untuk meramal penjualan.
- v. Jika $j = i$ dan $Y > 0$, maka tren nilai peramalan akan naik dan gunakan aturan 2 untuk meramal penjualan.
- vi. Jika $j = i$ dan $Y < 0$, maka tren nilai peramalan akan turun dan gunakan aturan 3 untuk meramal penjualan.

Berikut aturan1, aturan2 dan aturan 3 :

Aturan 1 :

Misal, jika meramal penjualan tahun 1950 sedangkan data penjualan tahun 1947 tidak ada maka Y tidak dapat dihitung.

Oleh karena itu,

Jika $| \text{penjualan tahun (1949)} - \text{Penjualan tahun(1948)} | / 2 > \frac{A_j}{2}$, maka tren peramalan pada interval ini akan naik dan $F_n = 0.75 * \text{basis} + A_j$.

Jika $| \text{penjualan tahun (1949)} - \text{Penjualan tahun(1948)} | / 2 > \frac{A_j}{2}$, maka hasil peramalan adalah nilai tengah interval.

Jika $| \text{penjualan tahun (1949)} - \text{Penjualan tahun(1948)} | / 2 > \frac{A_j}{2}$, maka tren peramalan pada interval ini akan turun dan $F_n = 0.25 * \text{basis} + A_j$.

Aturan 2 :

Jika $x = |Y| * 2 + \text{penjualan tahun}(n-1) \in A_j$ atau

$x = \text{penjualan tahun}(n-1) - |Y| * 2 \in A_j$ maka tren peramalan pada interval ini akan naik dan $F_n = 0.75 * \text{basis} + A_j$.

Jika $x = \frac{|Y|}{2} + \text{penjualan tahun}(n-1) \in A_j$ atau

$x = \text{penjualan tahun}(n-1) - \frac{|Y|}{2} \in A_j$ maka tren peramalan pada interval ini akan turun dan $F_n = 0.25 * \text{basis} + A_j$.

Jika tidak memenuhi dua kondisi diatas maka nilai peramalan adalah nilai tengah dari interval A_j .

Aturan 3 :

Jika $x = |Y| * 2 + \text{penjualan tahun}(n-1) \in A_j$ atau

$x = \text{penjualan tahun}(n-1) - |Y| * 2 \in A_j$ maka tren peramalan pada interval ini akan naik dan $F_n = 0.25 * \text{basis} + A_j$.

Jika $x = \frac{|Y|}{2} + \text{penjualan tahun}(n-1) \in A_j$ atau

$x = \text{penjualan tahun}(n-1) - \frac{|Y|}{2} \in A_j$ maka tren peramalan pada interval ini akan turun dan $F_n = 0.75 * \text{basis} + A_j$.

Jika tidak memenuhi dua kondisi diatas maka nilai peramalan adalah nilai tengah dari interval A_j .

- c. Jika *fuzzy logical relation group* A_j adalah *one to many* ($A_j \rightarrow A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp}$) maka nilai peramalan dapat ditentukan sebagai berikut :

- i. Jika selisih diantara setiap 2 dari $A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp} \leq 2$ maka hasil ramalan adalah nilai tengah dari interval tersebut.

- ii. Jika selisih diantara setiap 2 dari $A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{kp} > 2$ maka nilai peramalan dihitung menggunakan *fuzzy logical relationship* dengan mengaplikasikan langkah 8.

3. METODOLOGI

Data histori penjualan mobil nasional dari tahun 2000 sampai tahun 2012 menjadi bahan penelitian. Sumber data berasal dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO). Data histori penjualan mobil nasional berdasarkan kategori dan tipe mobil menjadi data *input* pada aplikasi peramalan penjualan dengan metode *fuzzy time series* Haneen Talal Jasim. Tahapan prosedur penelitian peramalan penjualan mobil nasional dengan metode *fuzzy time series* Haneen Talal Jasim yaitu :

1. Pengumpulan data penjualan

Data penjualan mobil diperoleh dari GAIKINDO. Data dikelompokkan berdasarkan kategori jenis dan tipe mobil yang ada. Pengelompokan dilakukan agar peramalan dilakukan sesuai dengan jenis dan tipe mobil.

2. Pemodelan peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series* Haneen Talal Jasim

Tahapan-tahapan yang dilakukan dengan menggunakan prosedur metode *fuzzy time series* Haneen Talal Jasim, yaitu:

- Menentukan *universe of discourse* dan membaginya ke dalam interval dengan panjang yang sama. Pada tahap ini dicari nilai minimum dan maksimum dari data aktual penjualan kemudian dijadikan sebagai himpunan semesta data aktual penjualan ($U = [min, max]$).
- Pemisahan *universe of discourse* ke dalam interval dengan panjang yang sama yaitu : u_1, u_2, \dots, u_m . Jumlah interval akan sesuai dengan jumlah variabel linguistik. Untuk menentukan besar interval digunakan metode *average base length*.
- Fuzzifikasi data histori
Tahap ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy* dari data historis, dengan nilai keanggotaan 0 sampai 1. Nilai keanggotaan ini diperoleh dari fungsi keanggotaan yang telah dibuat sebelumnya. Mengubah besaran tegas menjadi besaran *fuzzy*.
- Menentukan *Fuzzy Logical Relationships* (FLR's).
Tahap ini menentukan relasi logika *fuzzy* yaitu $A_j \rightarrow A_i$. Dimana A_j merupakan *current state* dan A_i adalah *next state*.
- Menentukan *fuzzy logical relationships group*.
Tahap ini mengelompokkan *fuzzy logical relationships* kedalam beberapa kelompok.
- Menghitung nilai peramalan.
Tahap ini menghitung nilai ramalan sesuai dengan aturan yang telah ditentukan seperti pada *flowchart* yang ditunjukkan pada gambar 3.4.
- Menghitung *error* peramalan dalam hal ini menggunakan *mean square error* (MSE).

3. Membangun perangkat lunak peramalan penjualan

Model proses yang digunakan dalam pembangunan perangkat lunak adalah model *waterfall*.

4. Tahap implementasi sistem

Pada tahapan ini, meletakkan sistem supaya siap untuk dioperasikan. Kegiatan implementasi dilakukan dengan dasar kegiatan yang telah direncanakan dalam kegiatan implementasi antara lain : pemilihan dan pelatihan data, instalasi *hardware* dan *software*, pengetesan program dan pengetesan sistem. *Output* adalah hasil peramalan penjualan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu hasil penelitian ini adalah sebuah aplikasi peramalan penjualan menggunakan metode *fuzzy time series* Haneen Talil Jasim dan diterapkan pada peramalan penjualan mobil nasional. Hasil peramalan penjualan dan nilai *mean square error* semua kategori dan tipe mobil telah diketahui. Perbandingan antara data aktual penjualan dengan hasil ramalan masing – masing kategori dan tipe mobil ditampilkan ke dalam grafik.

5. SIMPULAN

Berdasarkan pada analisa hasil uji coba validasi perhitungan kesalahan peramalan dengan menggunakan *Mean Percentage Error* (MPE) yang telah diujicobakan pada data penjualan 15 kategori dan tipe mobil nasional maka hasil peramalan adalah tidak bias dengan nilai rata-rata MPE sebesar nilai MSE terbesar 0,43%.

Untuk penelitian selanjutnya, metode ini dapat dibandingkan dengan metode lain dengan studi kasus yang sama untuk mengetahui perbandingan tingkat akurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Yelland P. M, Shinji K, Renee S, 2010. A Bayesian Model for Sales Forecasting at Sun Microsystems. *Interfaces Vol. 40 No 2* 118-129.
- Lee J, Peter B, Wagner A. K, 2003. A Bayesian Model for Prelaunch Sales Forecasting of Recorded Music. *Management Science Vol. 49 No.2* 179-196.
- Fader P. S, Bruce G. S. Hardie, Chun Y. H. A Dynamic Changepoint Model for New Product Sales Forecasting. *Marketing Science Vol 23 No. 1* 50-65.
- Fanga D, Weibing W. 2011. Sales forecasting System for Chinese Tobacco Wholesalers. *Elsevier* 380-386.
- Song Q, Chissom B, 1993. Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series part 1. *Fuzzy Sets and System* 54: 1-9.
- Tsai C. C, Wu S. J, 1999. A Study for Second Order Modeling of Fuzzy Time Series. *IEEE international fuzzy systems conference proceedings II, August 22-25, Seoul, Korea* 719-725.
- Huang K. 2001. Heuristic Models of Fuzzy Time Series for Forecasting. *Fuzzy Sets & Systems* 123 387-394.
- Jasim H. T, Salim A. G, Ibraheem K. I, 2012. A Novel Algorithm to Forecast Enrollment Based on Fuzzy Time Series. *Application and Applied Mathematics : An International Journal Vol.7, Issue 1* , pp. 385-397.
- Kusumadewi S dan H Purnomo, 2004. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Zadeh L. A, 1965. Fuzzy set. *Information and Control* 8 338-353.
- Chen S. M, 1996. Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series. *Fuzzy sets and Systems* 81 311-319.
- Chen S. M, 2002. Forecasting Enrollments Based on High-order Fuzzy Time Series. *Cybernetics and Systems: An International Journal* 33 1-16.
- Lee L. W, Wang L. H, Chen S. M, Leu Y. H, 2006. Handling Forecasting Problems based on Two Factors High-order Fuzzy Time Series. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 14(3) 468-477.
- Singh S R, 2007. A Simple Time Variant Method for Fuzzy Time Series Forecasting. *Cybernetics and System: An Int. Journal* 38, pp 305-321.