

Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Laba Pada Perusahaan

Ica Admirani *¹

¹ Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya; Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139, Telp. 0711 – 353414 Fax. 0711 – 355918
e-mail: *¹ ica_admirani@polsri.ac.id

Abstrak

Agar suatu perusahaan tetap eksis dalam menjalankan usahanya maka diperlukan prediksi laba pada perusahaan tersebut yang bertujuan untuk mengetahui prospek perusahaan di masa mendatang. Prediksi dengan metode fuzzy time series mempunyai kemampuan untuk dapat menangkap pola data yang telah lalu untuk memprediksi data yang akan datang tidak membutuhkan sistem yang rumit, sehingga lebih mudah untuk digunakan. Pada penelitian ini membahas tentang prediksi laba menggunakan model heuristic time invariant fuzzy time series menggunakan variabel data yaitu laba yang dimasukkan langsung kedalam sistem. Prediksi laba dimulai dengan menentukan semesta pembicaraan dan interval dari data aktual laba, kemudian menentukan himpunan fuzzy dan fuzzifikasi data aktual. Selanjutnya dilakukan hubungan logika fuzzy dan pengelompokan hubungan logika fuzzy terhadap data hasil fuzzifikasi. Setelah itu dilakukan proses prediksi yang terbagi atas dua tahapan yaitu tahap training yang bertujuan untuk menentukan prediktor tren dan tahap testing untuk menentukan hasil prediksi. Dengan menggunakan 24 data sampel laba diperoleh error prediksi dengan menggunakan MAPE sebesar 11,64% dan ditambahkan 13 data laba untuk testing diperoleh error prediksi 22,27%. Hal ini mengindikasikan bahwa model ini cukup baik digunakan dalam memprediksi laba.

Kata kunci : *Prediksi laba, fuzzifikasi, heuristic time invariant fuzzy time series, MAPE*

1. PENDAHULUAN

Tujuan berdirinya suatu perusahaan adalah untuk menghasilkan laba. Untuk mencapai laba maksimal beberapa hal perlu dilakukan diantaranya meningkatkan volume penjualan, mempertinggi daya saing, dan meminimalkan biaya produksi. Perkembangan perusahaan dan laba yang dicapai dapat digunakan sebagai alat ukur terhadap keberhasilan perusahaan dalam menjalankan aktivitas yang berkenaan dengan operasinya (Rustami dkk., 2014). Jika tujuan perusahaan itu tercapai maka kelangsungan hidup perusahaan mampu dipertahankan dan mampu bersaing dengan perusahaan lain. Laba atau rugi sering dimanfaatkan sebagai ukuran untuk menilai kinerja perusahaan.

Dalam praktik bisnis seperti perusahaan, prediksi akan kondisi mendatang sering dilakukan, karena prediksi bisnis pada dasarnya dibutuhkan oleh hampir seluruh entitas ekonomi. Prediksi laba dapat menunjukkan sinyal bahaya keuangan, penilaian kinerja perusahaan dan memberikan informasi yang berhubungan dengan kelangsungan hidup suatu perusahaan (Nany, 2013).

Dengan memprediksi laba, dapat diketahui prospek perusahaan tersebut dan mampu untuk memprediksi *dividen* yang akan diterima di masa mendatang, serta berkaitan dengan kemampuan perusahaan untuk tetap eksis menjalankan usahanya. Informasi laba berfungsi untuk menilai kinerja manajemen, membantu mengestimasi kemampuan laba yang representatif dalam jangka panjang, dan menaksir resiko dalam investasi atau kredit (Syamsudin dan Primayuta, 2009).

Beberapa metode yang digunakan untuk prediksi laba diantaranya metode jaringan syaraf tiruan (JST) dengan beberapa model yang dimanfaatkan untuk memprediksi laba kotor (*margin gross*) pada sektor agraris perkebunan pohon zaitun di Andalusia (Alonso dkk., 2010). Penelitian selanjutnya untuk prediksi

laba pada perusahaan yang tak berwujud menggunakan model *explorative time series* yang dapat menjawab banyak keraguan terhadap kemampuan analisis sekuritas dalam memprediksi laba pada perusahaan tak berwujud (Higgins, 2013).

Perkembangan teknologi komputasi sudah mengarah pada teknologi *soft computing*. Konsep dari *soft computing* juga di perkenalkan sebagai alat untuk prediksi seperti *fuzzy time series*. Prediksi metode *fuzzy time series* merupakan salah satu metode yang menggunakan kecerdasan buatan dengan kemampuan untuk dapat menangkap pola dari data yang telah lalu untuk memprediksi data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan sistem yang rumit, sehingga *fuzzy time series* ini lebih mudah untuk digunakan (Robandi, 2006).

Pemanfaatan *fuzzy time series* untuk pertama kali digunakan dalam memprediksi jumlah pendaftaran mahasiswa pada Universitas Alabama yang menggunakan model *time-invariant fuzzy time series* dengan hasil prediksi yang relatif akurat terbukti dengan semakin bertambahnya waktu maka nilai penyimpangan juga semakin kecil, hal ini mengindikasikan bahwa model *time invariant fuzzy time series* yang dikembangkan memiliki ketahanan yang baik karena pengalaman dan ilmu pengetahuan manusia telah dimasukkan ke dalam permodelan meskipun data historis yang dimiliki kurang akurat (Song dkk., 1993).

Pada penelitian *fuzzy time series* selanjutnya menggunakan pendekatan model *heuristic* berbasis *frequency density* digunakan untuk prediksi pasar saham *TAIEX* dan dibandingkan dengan beberapa model *fuzzy time series* terdahulu, model ini memperoleh hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan beberapa model sebelumnya (Jilani dan Burney, 2008).

Fuzzy time series dengan model *heuristic time invariant* digunakan untuk memprediksi pendaftaran mahasiswa Universitas Alabama dan prediksi pasar saham *TAIFEX*. Selain tidak memerlukan data latih yang banyak *fuzzy time series* juga cocok digunakan untuk peramalan jangka panjang maupun peramalan jangka pendek dengan hasil akurasi prediksi yang akurat (Bai dkk., 2011).

Teori Prediksi

Secara umum pengertian prediksi merupakan kegiatan untuk menduga hal yang akan terjadi. Prediksi adalah sebuah teknik yang menggunakan data historis untuk memperkirakan proyek yang akan datang (Chapman, 2006). Metode prediksi merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian metode prediksi diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar.

Selain itu metode prediksi dapat memberikan cara pengerjaan yang teratur dan terarah, dengan demikian dapat dimungkinkannya penggunaan teknik analisis yang lebih maju. Dengan penggunaan teknik-teknik tersebut maka diharapkan dapat memberikan tingkat kepercayaan dan keyakinan yang lebih besar, karena dapat diuji penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah.

Data Berkala (*Time Series*)

Data berkala adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu, untuk menggambarkan perkembangan suatu kegiatan. Analisis data berkala memungkinkan kita untuk mengetahui perkembangan suatu atau beberapa kejadian serta hubungan/pengaruhnya terhadap kejadian lainnya (Supranto, 1987). Pola gerakan data atau nilai-nilai variabel dapat diikuti atau diketahui dengan adanya data berkala, sehingga data berkala dapat dijadikan sebagai dasar untuk:

1. Pembuatan keputusan pada saat ini.
2. Prediksi keadaan perdagangan dan ekonomi pada masa yang akan datang.
3. Perencanaan kegiatan dimasa yang akan datang.

Gerakan-gerakan khas dari data *time series* dapat digolongkan ke dalam empat kelompok utama, yang sering disebut komponen-komponen *time series* (Spiegel, 1988):

1. Gerakan jangka panjang atau sekuler merujuk kepada arah umum dari grafik *time series* yang meliputi jangka waktu yang panjang.
2. Gerakan musiman (*seasonal movements*) atau variasi musim merujuk kepada pola-pola yang identik, atau hampir identik, yang cenderung diikuti suatu *time series* selama bulan-bulan yang bersangkutan dari tahun ke tahun. Gerakan-gerakan demikian disebabkan oleh peristiwa-peristiwa yang berulang-ulang terjadi setiap tahun.
3. Gerakan siklis (*cyclical movements*) atau variasi siklis merujuk kepada gerakan naik-turun dalam jangka panjang dari suatu garis atau kurva trend. Siklis yang demikian dapat terjadi secara periodik ataupun tidak, yaitu dapat ataupun tidak dapat mengikuti pola yang tepat sama setelah interval-interval

waktu yang sama. Dalam kegiatan bisnis dan ekonomi, gerakan-gerakan hanya dianggap siklis apabila timbul kembali setelah interval waktu lebih dari satu tahun.

4. Gerakan tidak teratur atau acak (*irregular or random movements*) merujuk kepada gerakan-gerakan sporadis dari *time series* yang disebabkan karena peristiwa-peristiwa kebetulan seperti banjir, pemogokan, pemilihan umum, dan sebagainya. Meskipun umumnya dianggap bahwa peristiwa-peristiwa demikian menyebabkan variasi-variasi yang hanya berlangsung untuk jangka pendek, namun dapat saja terjadi bahwa peristiwa-peristiwa ini demikian hebatnya sehingga menyebabkan gerakan-gerakan siklis atau hal lain yang baru.

Prediksi Laba (*Profit Forecasting*)

Labanya merupakan selisih positif antara pendapatan dalam suatu periode dan biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan laba. Pengertian laba yang dianut oleh struktur akuntansi sekarang ini adalah laba akuntansi yang merupakan selisih pengukuran pendapatan dan biaya (Ghozali dan Chariri, 2014).

Prediksi laba ini sangat berguna baik untuk pihak internal (manajemen), maupun pihak eksternal misalnya analis sekuritas, *lending institutions*, atau *investor*, karena prediksi laba dapat digunakan untuk menilai seberapa jauh kinerja perusahaan dalam menjalankan operasinya, maka dapat digunakan untuk memprediksi *return* yang akan diperoleh para investor (Foster, 1986).

Pada tahun 1980-an riset akuntansi sudah mulai berkonsentrasi menggunakan prediksi laba sebagai proksi untuk pasar modal, mengevaluasi model-model ekspektasi laba, dengan menguji kemampuan model tersebut dalam memprediksi laba, kemudian menghubungkan pergerakan harga saham dengan kesalahan model yang digunakan untuk memprediksi (Brown, 1993).

Prediksi dapat digunakan untuk mengetahui keadaan perusahaan di masa mendatang. Prediksi dilakukan atas dasar data yang didapat dari periode sebelumnya. Prediksi laba menjadi penting berhubungan dengan fungsi efisiensi pasar modal, sehingga prediksi ini dianggap menjadi berguna bagi pemakai informasi akuntansi. Prediksi laba yang relevan melibatkan analisis komponen laba dan penilaian akan masa depan perusahaan tersebut. Informasi laba dapat digunakan oleh pihak internal maupun eksternal perusahaan untuk mengukur tingkat efektivitas perusahaan dalam memanfaatkan sumber-sumber dana yang ada. Ukuran yang sering kali dipakai untuk menilai sukses tidaknya manajemen suatu perusahaan adalah laba yang diperoleh perusahaan.

Prediksi dengan Metode *Fuzzy Time Series* (FTS)

Fuzzy Time Series (FTS) merupakan metode prediksi data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy*, dimana nilai-nilai *time series* diwakili oleh himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*). *Fuzzy time series* pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 untuk prediksi pendaftaran mahasiswa baru pada Universitas Alabama. Prediksi dengan *fuzzy time series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang.

Konsep *fuzzy time series* dijelaskan sebagai berikut :

Sebuah himpunan *fuzzy* A di definisikan dalam semesta pembicaraan (*universe of discourse*) $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ yang dapat di representasikan dengan :

$$A = f_A(u_1)/u_1 + f_A(u_2)/u_2 + \dots + f_A(u_n)/u_n \quad (2.2)$$

Dimana f_A adalah fungsi keanggotaan *fuzzy* A , $f_A(u_i)$ menunjukkan derajat keanggotaan milik u_i untuk himpunan *fuzzy* A , $f_A(u_i) \in [0,1]$ dan $1 \leq i \leq n$.

Beberapa definisi dan teori tentang *fuzzy time series* dari metode yang diajukan Song dan Chissom adalah sebagai berikut:

Definisi 1: Misalkan $Y(t)$ ($t = \dots, 0, 1, 2, \dots$) menjadi semesta pembicaraan dan menjadi bagian dari R . Asumsikan bahwa $f_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots$) yang didefinisikan dari $Y(t)$ dan $F(t)$ adalah kumpulan dari $f_i(t)$, maka $F(t)$ disebut *fuzzy time series* pada $Y(t)$.

Definisi 2: Asumsikan bahwa $F(t)$ adalah sebuah *fuzzy time series* dan $F(t) = F(t - 1) \times R(t, t - 1)$, dimana $R(t, t - 1)$ adalah sebuah relasi *fuzzy* dan \times adalah sebuah operator, maka dikatakan $F(t)$ disebabkan oleh $F(t - 1)$. Hubungan (*relationship*) antara $F(t)$ dan $F(t - 1)$ dapat

dilambangkan dengan $F(t-1) \rightarrow F(t)$ dan $F(t) = F(t-1) \times R(t, t-1)$ disebut sebagai model orde pertama (*first-order fuzzy time series* $F(t)$).

Definisi 3: Misalkan $F(t)$ adalah sebuah *fuzzy time series*, jika untuk setiap t , $F(t) = F(t-1)$ dan $F(t)$ hanya memiliki elemen terbatas, maka $F(t)$ disebut *time-invariant fuzzy time series* atau *time-variant fuzzy time series*.

Definisi 4: Jika $F(t)$ disebabkan oleh $F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-n)$, *fuzzy relationship* di wakili oleh $F(t-1), F(t-2), \dots, F(t-n) \rightarrow F(t)$ di sebut dengan model orde ke n *fuzzy time series*.

Definisi 5: Misalkan $F(t-1) = A_{i_1}, F(t-2) = A_{i_2}, \dots, F(t-n) = A_{i_n}$ dan $F(t) = A_j$, *relationship* antara $n+1$ data berurutan dilambangkan dengan $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_n} \rightarrow A_j$ dimana $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_n}$ disebut *left-hand side* (LHS) dan A_j disebut *right-hand side* (RHS). Jika ada *fuzzy relationship* dengan LHS yang sama $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_n}$:

$$A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_n} \rightarrow A_{j_1}$$

$$A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_n} \rightarrow A_{j_2}$$

fuzzy relationship dapat di kelompokkan kedalam *fuzzy relationship group* $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_n} \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, \dots$

2. METODE PENELITIAN

Permodelan *Fuzzy Time Series Heuristic Time Invariant*

Pada pemodelan ini menggunakan dua tahap prediksi, yaitu tahap pelatihan (*training phase*) dan tahap pengujian (*testing phase*). Pada tahap pelatihan, model menghitung dua nilai prediksi berdasarkan orde ke j dan $j+1$ atau orde ke j dan $j-1$ *fuzzy relationship* untuk setiap prediksi. Nilai dengan akurasi prediksi yang lebih tinggi ditentukan sebagai nilai prediksi. Dalam proses ini diperoleh prediktor tren n . Orde *fuzzy relationship* disesuaikan secara otomatis menggunakan akurasi prediksi mengikuti algoritma. Pada tahap pengujian, prediktor tren digunakan untuk meningkatkan prediksi. *Fuzzy relationship* dan nilai-nilai yang diprediksi ditentukan oleh sepuluh aturan heuristik. Dalam model yang diusulkan, orde maksimum w *fuzzy relationship* yang akan dibentuk dalam tahap pelatihan diatur untuk mengurangi kompleksitas perhitungan (Bai dkk, 2011).

Adapun algoritma *heuristic time invariant fuzzy time series* sebagai berikut :

1. Untuk prediksi pertama, pilih orde satu dan orde dua *fuzzy relationship* menggunakan model heuristik, *flag* $n = 1$. Inisialisasi orde maksimum w dan $i = 1$.
2. Mengukur akurasi prediksi (PA) dengan perbedaan antara nilai prediksi dan nilai aktual pada kedua orde. Jika tidak ada perbedaan ($PA_{w-1} = PA_w$), maka PA_{w-1} (akurasi prediksi orde kecil) adalah nilai yang lebih tinggi.
3. Untuk prediksi selanjutnya, jika $PA_{w-1} \geq PA_w$ pada prediksi sebelumnya pilih dua orde n dan $n-i$ dan *flag* $n = n-i$. Jika $PA_w > PA_{w-1}$ pada prediksi sebelumnya pilih dua orde $n+i$ dan $n+2i$ dan *flag* $n = n+i$. Jika $n=0$, kembali ke langkah (1).
4. Tampilkan pengamatan *time series* berikutnya. Eksekusi model heuristik menggunakan dua orde yang dipilih dari *fuzzy relationship* pada langkah (3) untuk memprediksi data masa depan dan mengukur akurasi prediksinya (PA).
5. Ulangi langkah (3) dan (4) sampai mencapai akhir data historis.

Model *heuristic time-invariant fuzzy time series* memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

Langkah 1: Menentukan semesta pembicaraan U dan interval (Chen, 1996; Huarng, 2001).

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} - D_2] \quad (1)$$

D_{min} dan D_{max} adalah nilai minimum dan nilai maksimum, D_1 dan D_2 adalah dua bilangan positif yang tepat. Kemudian bagi U menjadi interval u_i , dengan panjang interval yang sama menggunakan panjang interval berbasis distribusi dan menentukan titik tengah (*mid-point*) pada masing-masing interval $m_i, i = 1, 2, \dots, t$. Algoritma untuk menentukan panjang interval berbasis distribusi adalah sebagai berikut :

- a. Hitung jumlah semua perbedaan absolut nilai data ke- i dan $i+1$.
- b. Hitung nilai rata-rata absolut perbedaan data untuk menentukan panjang interval berdasarkan *base mapping* seperti pada tabel 1.

Tabel 1 *Base mapping* interval (Huarng, 2001)

<i>Range</i>	<i>Base</i>
0,1 – 1,0	0,1
1,1 - 10	1
11 - 100	10
101 - 1000	100
1001 – 10000	1000
dst	dst

c. Hasil *base mapping* digunakan sebagai panjang interval.

Langkah 2: Menentukan himpunan fuzzy dan fuzzifikasi data (Chen, 1996).

Setiap himpunan fuzzy A_i ditetapkan sebagai sebuah istilah linguistik (*linguistic term*), dan bisa didefinisikan dari interval u_1, u_2, \dots, u_t

$$A = f_A(u_1)/u_1 + f_A(u_2)/u_2 + \dots + f_A(u_t)/u_t \quad (2)$$

Langkah 3: Membuat hubungan logika fuzzy (*fuzzy logical relationships/FLR*) dan kelompok hubungan logika fuzzy (*fuzzy logical relationship groups/FLRG*) (Chen, 1996, 2002). Dimulai dari orde pertama sampai orde ke w , jumlah orde *fuzzy logical relationship* $2 \leq w \leq 5$.

Langkah 4: Menghitung nilai prediksi.

Dalam tahap pelatihan, menghitung dua nilai prediksi yaitu *For1* dan *For2* dan membandingkan dua nilai prediksi tersebut dengan nilai aktual. Nilai dengan akurasi prediksi tertinggi merupakan hasil prediksi.

$$\text{Forecast} = \begin{cases} \text{For1, if } |\text{For1} - \text{Act}| \leq |\text{For2} - \text{Act}| \\ \text{For2, if } |\text{For1} - \text{Act}| > |\text{For2} - \text{Act}| \end{cases} \quad (3)$$

Perhitungan *For1* dan *For2* dilakukan dengan mengikuti aturan (*rule*) berikut (Bai dkk., 2011):

Aturan 1: Jika orde ke k *fuzzy relationship group* adalah k ke satu, misalnya : $A_{ik}, A_{i(k-1)}, \dots, A_{i1} \rightarrow A_j$ Nilai keanggotaan maksimum pada A_j terjadi di interval u_j , maka prediksinya m_j .

$$\text{For} = m_j \quad (4)$$

Aturan 2 : Jika orde ke k *fuzzy relationship group* adalah k ke banyak, misalnya, $A_{ik}, A_{i(k-1)}, \dots, A_{i1} \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, A_{jp}$ nilai keanggotaan maksimum pada A_{jt} terjadi di interval u_{jt} , maka nilai prediksinya adalah rata-rata dari m_{jt} , nilai tengah pada u_{jt} , dimana $t = 1, 2, \dots, p$.

$$\text{For} = \frac{\sum_{t=1}^p m_{jt}}{p} \quad (5)$$

Pada tahap pengujian, *fuzzy relationship* pada waktu t dan $t + 1$ adalah $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{it} \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, \#$, dimana simbol $\#$ menunjukkan nilai yang tidak diketahui. Pada setiap prediksi menghitung nilai *For3* dan *For4*. Orde *fuzzy relationship*, waktu *fuzzy relationship* t dan $t+1$, dan nilai prediksi ditetapkan dengan mengikuti aturan- aturan heuristik. Orde dari *fuzzy relationship* ditetapkan berdasarkan rule 3-5. *Fuzzy relationship* ditetapkan oleh aturan 6-7. Perhitungan *For3* dan *For4* dilakukan dengan aturan 1, 2, dan 6, 7. Nilai prediksi ditetapkan oleh aturan 8-10. Dengan pertimbangan *trend* prediksi n diperoleh dari dari tahap pelatihan.

Aturan 3: Jika $n_t = 1, 1$ dan 2 dipilih sebagai orde pada *fuzzy relationships* untuk prediksi pada waktu $t + 1$.

Aturan 4: Jika $n_t = p$ dan $n_t \geq n_{t-1}, p$ dan $p + 1$ dipilih sebagai orde pada *fuzzy relationships* untuk prediksi pada waktu $t + 1$.

Aturan 5: Jika $n_t = p$ dan $n_t < n_{t-1}, p$ dan $p - 1$ dipilih sebagai orde pada *fuzzy relationships* untuk prediksi pada waktu $t + 1$.

Aturan 6: Jika $\text{Act}_t \geq \text{Act}_{t-1}$, *fuzzy relationship* pada waktu t dan $t + 1$, $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{it} \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, \#$ diganti dengan $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{it} \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{j_{t+1}}$

Aturan 7: Jika $Act_t < Act_{t-1}$, *fuzzy relationship* pada waktu t dan $t + 1$, $A_{t_1}, A_{t_2}, \dots, A_{t_t} \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, \#$, diganti dengan $A_{t_1}, A_{t_2}, \dots, A_{t_t} \rightarrow A_{j_1}, A_{j_2}, \dots, A_{t_{t-1}}$.

Aturan 8: Jika $n_t \geq n_{t-1}$ dan $Act_t \geq Act_{t-1}$, nilai prediksi pada waktu $t + 1$ adalah $\max(\text{For3}, \text{For4})$.

Aturan 9: Jika $n_t < n_{t-1}$ dan $Act_t < Act_{t-1}$, nilai prediksi pada waktu $t + 1$ adalah $\min(\text{For3}, \text{For4})$.

Aturan 10: Jika $n_t \geq n_{t-1}$ dan $Act_t \leq Act_{t-1}$, atau $n_t \leq n_{t-1}$ dan $Act_t \geq Act_{t-1}$, nilai prediksi pada waktu $t + 1$ adalah $(\text{For3} + \text{For4})/2$.

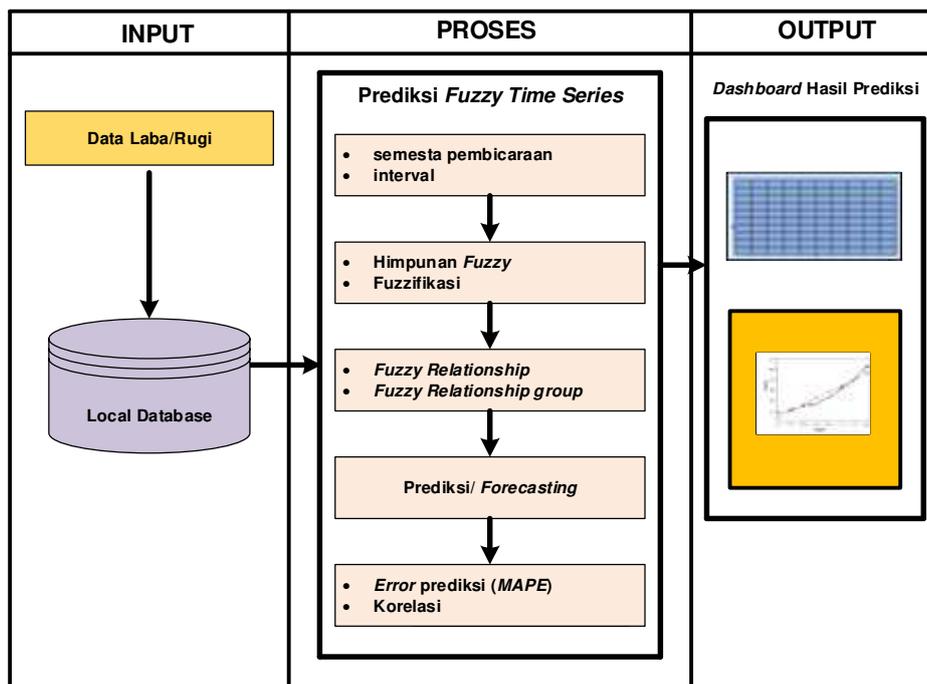
Langkah 5: Mengukur kesalahan prediksi.

Salah satu cara yang bisa digunakan dalam menghitung *error* prediksi adalah *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*). *MAPE* merupakan persentasi yang dihitung dari nilai absolut kesalahan pada masing-masing periode dan dibagi dengan jumlah data aktual periode tersebut kemudian dicari rata-rata kesalahannya (Arsyad, 2001).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \tag{6}$$

Kerangka Sistem Informasi

Kerangka sistem informasi prediksi laba dengan model *heuristic time invariant fuzzy time series* dan analisis variabel yang mempengaruhi laba dengan metode regresi linier berganda seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Kerangka sistem informasi

- a. Input
Berupa data laba rugi perusahaan yang kemudian data tersebut dikelompokkan kedalam data triwulan. Data hasil pengelompokkan tersebut kemudian disimpan dalam basis data (*database*).
- b. Proses
Data yang telah dikelompokkan kedalam data triwulan tersebut dilakukan proses pengolahan data dengan mengimplementasikan pemodelan *heuristic time invariant fuzzy time series* untuk prediksi laba sesuai dengan tahapannya masing-masing.
- c. Output
Hasil dari proses prediksi laba dengan model *heuristic time invariant fuzzy time series* tersebut ditampilkan dalam sebuah *dashboard*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan adalah data historis laba rugi triwulan dan tahunan perusahaan PT. Tambang Batubara Bukit Asam (Persero) Tbk dari triwulan satu 2007 sampai dengan triwulan empat 2016 dengan 24 data sampel seperti yang terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data penelitian

Waktu	Laba
T1-2007	279226
T2-2007	141361
T3-2007	316945
T4-2007	272030
T1-2008	406947
T2-2008	595642
T3-2008	865739
T4-2008	883344
T1-2009	1290968
T2-2009	945742
T3-2009	904733
T4-2009	920559
T1-2010	480854
T2-2010	699524
T3-2010	638825
T4-2010	780447
T1-2011	1018566
T2-2011	1138223
T3-2011	1000940
T4-2011	1001375
T1-2012	1152665
T2-2012	946934
T3-2012	906693
T4-2012	905295

a. **Prediksi laba dengan model *heuristic time invariant fuzzy time series***

Perhitungan prediksi laba model *heuristic time invariant fuzzy time series* dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- a. Data historis yang digunakan adalah data aktual laba triwulan mulai dari triwulan satu 2007 sampai dengan triwulan empat 2012 dengan jumlah data sampel sebanyak 24 data.
- b. Dari data historis diperoleh nilai data terendah (D_{min}) adalah 141361 dan nilai data tertinggi (D_{max}) adalah 1290968, selanjutnya dari D_{min} dan D_{max} ditentukan $D_1 = 41361$ dan $D_2 = 9032$ menggunakan *base mapping* 100000 sehingga diperoleh nilai himpunan semesta $U = [100000, 1300000]$.
- c. Selanjutnya membagi semesta pembicaraan U ke dalam beberapa interval (u_i) yang sama menggunakan jenis interval berbasis distribusi diperoleh nilai *base mapping* 100000. Nilai *base mapping* tersebut ditetapkan sebagai panjang interval data sehingga diperoleh jumlah interval sebanyak 12, kemudian ditentukan nilai tengah m_i masing-masing interval seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai interval data laba

Interval (u_i)	Nilai Tengah (m_i)
u1=[100000,200000]	150000
u2=[200000,300000]	250000
u3=[300000,400000]	350000
u4=[400000,500000]	450000
u5=[500000,600000]	550000
u6=[600000,700000]	650000
u7=[700000,800000]	750000

u8=[800000,900000]	850000
u9=[900000,1000000]	950000
u10=[1000000,1100000]	1050000
u11=[1100000,1200000]	1150000
u12=[1200000,1300000]	1250000

- d. Hasil pembagian interval selanjutnya digunakan dalam menentukan keanggotaan himpunan *fuzzy* (*fuzzy sets*) A_i yaitu:

$$A_1 = 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_{12}$$

$$A_2 = 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + \dots + 0/u_{12}$$

.

.

$$A_{11} = 0/u_1 + 0/u_2 + \dots + 0,5/u_{10} + 1/u_{11} + 0,5/u_{12}$$

$$A_{12} = 0/u_1 + 0/u_2 + \dots + 0/u_{10} + 0,5/u_{11} + 1/u_{12}$$

Nilai himpunan fuzzy diambil dari nilai interval yang memiliki keanggotaan 1 pada masing-masing himpunan fuzzy yaitu $A_1 = [100000,200000]$ sampai dengan $A_{12} = [1200000,1300000]$.

- e. Selanjutnya proses fuzzifikasi terhadap data historis laba dengan hasil seperti tabel 4.

Tabel 4. Fuzzifikasi data

Waktu	Aktual	Interval	Fuzzifikasi
T1-2007	279226	[200000,300000]	A2
T2-2007	141361	[100000,200000]	A1
T3-2007	316945	[300000,400000]	A3
T4-2007	272030	[200000,300000]	A2
T1-2008	406947	[400000,500000]	A4
T2-2008	595642	[500000,600000]	A5
T3-2008	865739	[800000,900000]	A8
T4-2008	883344	[800000,900000]	A8
T1-2009	1290968	[1200000,1300000]	A12
T2-2009	945742	[900000,1000000]	A9
T3-2009	904733	[900000,1000000]	A9
T4-2009	920559	[900000,1000000]	A9
T1-2010	480854	[400000,500000]	A4
T2-2010	699524	[600000,700000]	A6
T3-2010	638825	[600000,700000]	A6
T4-2010	780447	[700000,800000]	A7
T1-2011	1018566	[1000000,1100000]	A10
T2-2011	1138223	[1100000,1200000]	A11
T3-2011	1000940	[1000000,1100000]	A10
T4-2011	1001375	[1000000,1100000]	A10
T1-2012	1152665	[1100000,1200000]	A11
T2-2012	946934	[900000,1000000]	A9
T3-2012	906693	[900000,1000000]	A9
T4-2012	905295	[900000,1000000]	A9

- f. Dari hasil *fuzzifikasi* ditentukan *fuzzy logical relationship* (FLR) dan *fuzzy logical relationship group* (FLRG) dari orde satu sampai orde empat seperti tabel 5 dan tabel 6.

- g. Selanjutnya dilakukan proses prediksi tahap pelatihan (*training*) sesuai dengan algoritma dan aturan-aturan prediksi model *heuristic time invariant fuzzy time series*.

Tabel 5. *Fuzzy logical relationship* (FLR)

Orde 1	Orde 2	Orde 3	Orde 4
A2 → A1	A2,A1 → A3	A2,A1,A3 → A2	A2,A1,A3,A2 → A4
A1 → A3	A1,A3 → A2	A1,A3,A2 → A4	A1,A3,A2,A4 → A5
A3 → A2	A3,A2 → A4	A3,A2,A4 → A5	A3,A2,A4,A5 → A8
A2 → A4	A2,A4 → A5	A2,A4,A5 → A8	A2,A4,A5,A8 → A8

A4 → A5	A4,A5 → A8	A4,A5,A8 → A8	A4,A5,A8,A8 → A12
A5 → A8	A5,A8 → A8	A5,A8,A8 → A12	A5,A8,A8,A12 → A9
A8 → A8	A8,A8 → A12	A8,A8,A12 → A9	A8,A8,A12,A9 → A9
A8 → A12	A8,A12 → A9	A8,A12,A9 → A9	A8,A12,A9,A9 → A9
A12 → A9	A12,A9 → A9	A12,A9,A9 → A9	A12,A9,A9,A9 → A4
A9 → A9	A9,A9 → A9	A9,A9,A9 → A4	A9,A9,A9,A4 → A6
A9 → A9	A9,A9 → A4	A9,A9,A4 → A6	A9,A9,A4,A6 → A6
A9 → A4	A9,A4 → A6	A9,A4,A6 → A6	A9,A4,A6,A6 → A7
A4 → A6	A4,A6 → A6	A4,A6,A6 → A7	A4,A6,A6,A7 → A10
A6 → A6	A6,A6 → A7	A6,A6,A7 → A10	A6,A6,A7,A10 → A11
A6 → A7	A6,A7 → A10	A6,A7,A10 → A11	A6,A7,A10,A11 → A10
A7 → A10	A7,A10 → A11	A7,A10,A11 → A10	A7,A10,A11,A10 → A10
A10 → A11	A10,A11 → A10	A10,A11,A10 → A10	A10,A11,A10,A10 → A11
A11 → A10	A11,A10 → A10	A11,A10,A10 → A11	A11,A10,A10,A11 → A9
A10 → A10	A10,A10 → A11	A10,A10,A11 → A9	A10,A10,A11,A9 → A9
A10 → A11	A10,A11 → A9	A10,A11,A9 → A9	A10,A11,A9,A9 → A9
A11 → A9	A11,A9 → A9	A11,A9,A9 → A9	
A9 → A9	A9,A9 → A9		
A9 → A9			

Tabel 6. Fuzzy logical relationship group (FLRG)

Orde 1	Orde 2	Orde 3	Orde 4
A1 → A3	A1,A3 → A2	A1,A3,A2 → A4	A1,A3,A2,A4 → A5
A2 → A1,A4	A2,A1 → A3	A2,A1,A3 → A2	A2,A1,A3,A2 → A4
A3 → A2	A2,A4 → A5	A2,A4,A5 → A8	A2,A4,A5,A8 → A8
A4 → A5,A6	A3,A2 → A4	A3,A2,A4 → A5	A3,A2,A4,A5 → A8
A5 → A8	A4,A5 → A8	A4,A5,A8 → A8	A4,A5,A8,A8 → A12
A6 → A6,A7	A4,A6 → A6	A4,A6,A6 → A7	A4,A6,A6,A7 → A10
A7 → A10	A5,A8 → A8	A5,A8,A8 → A12	A5,A8,A8,A12 → A9
A8 → A8,A12	A6,A6 → A7	A6,A6,A7 → A10	A6,A6,A7,A10 → A11
A9 → A4,A9	A6,A7 → A10	A6,A7,A10 → A11	A6,A7,A10,A11 → A10
A10 → A10,A11	A7,A10 → A11	A7,A10,A11 → A10	A7,A10,A11,A10 → A10
A11 → A9,A10	A7,A10 → A11	A8,A8,A12 → A9	A8,A8,A12,A9 → A9
A12 → A9	A8,A18 → A12	A8,A12,A9 → A9	A8,A12,A9,A9 → A9
	A8,A12 → A9	A9,A4,A6 → A6	A9,A4,A6,A6 → A7
	A9,A4 → A6	A9,A9,A4 → A6	A9,A9,A4,A6 → A6
	A9,A9 → A4,A9	A9,A9,A9 → A4	A9,A9,A9,A4 → A6
	A10,A10 → A11	A10,A10,A11 → A9	A10,A10,A11,A9 → A9
	A10,A11 → A9,A10	A10,A11,A9 → A9	A10,A11,A9,A9 → A9
	A11,A9 → A9	A10,A11,A10 → A10	A10,A11,A10,A10 → A11
	A11,A10 → A9,A10	A11,A9,A9 → A9	A11,A10,A10,A11 → A9
	A12,A9 → A9	A11,A10,A10 → A11	A12,A9,A9,A9 → A4
		A12,A9,A9 → A9	

Beberapa contoh perhitungan prediksi laba tahap pelatihan adalah sebagai berikut:

Prediksi triwulan 3-2007

n = 1

Orde 1 : $A_1 \rightarrow A_3$ $For_1 = n_3 = 350000$

$PA_1 = |act - For_1| = |316945 - 350000| = 33055$

Orde 2 : $A_2, A_1 \rightarrow A_3$ $For_2 = n_3 = 350000$

$PA_2 = |act - For_2| = |316945 - 350000| = 33055$

$For = For_1 = 350000$

Prediksi triwulan 4-2007

n = 1

Orde 1 : $A_3 \rightarrow A_2$ $For_1 = n_2 = 250000$

$PA_1 = |act - For_1| = |272030 - 250000| = 22030$

Orde 2 : $A_1, A_3 \rightarrow A_2$ $For_2 = n_2 = 250000$
 $PA_2 = |act - For_2| = |272030 - 250000| = 22030$
 $For = For_1 = 250000$

Prediksi triwulan 1-2008

n = 1

Orde 1 : $A_2 \rightarrow A_1, A_4$ $For_1 = \frac{m_1+m_4}{2} = 300000$
 $PA_1 = |act - For_1| = |406947 - 300000| = 106947$
 Orde 2 : $A_3, A_2 \rightarrow A_4$ $For_2 = n_4 = 450000$
 $PA_2 = |act - For_2| = |406947 - 450000| = 43053$
 $For = For_2 = 450000$

Prediksi triwulan 2-2008

n = 2

Orde 2 : $A_2, A_4 \rightarrow A_5$ $For_1 = n_5 = 550000$
 $PA_2 = |act - For_1| = |595642 - 550000| = 45642$
 Orde 3 : $A_3, A_2, A_4 \rightarrow A_5$ $For_2 = n_5 = 550000$
 $PA_3 = |act - For_2| = |595642 - 550000| = 45642$
 $For = For_1 = 550000$

Hasil prediksi tahap training secara lengkap terlihat seperti pada tabel 8.

- h. Selanjutnya dilakukan prediksi tahap pengujian (*testing*) yang merupakan hasil akhir prediksi. Beberapa contoh perhitungan prediksi laba tahap pengujian adalah sebagai berikut:

Prediksi triwulan 4-2008

$n_t = p_{tw\ 3-2008} = 1, act_t > act_{t-1}$

Orde 1 : $A_8 \rightarrow \#$ menjadi $A_8 \rightarrow A_8$

$For_3 = n_8 = 850000$

Orde 2 : $A_5, A_8 \rightarrow \#$ menjadi $A_5, A_8 \rightarrow A_8$

$For_4 = n_8 = 850000$

$For = \max(For_3, For_4) = 850000$

Prediksi triwulan 3-2010

$n_t = p_{tw\ 2-2010} = 3, n_t < n_{t-1}, act_t > act_{t-1}$

Orde 1 : $A_6 \rightarrow \#$ menjadi $A_6 \rightarrow A_6$

$For_3 = n_6 = 650000$

Orde 2 : $A_4, A_6 \rightarrow \#$ menjadi $A_4, A_6 \rightarrow A_6$

$For_4 = m_5 = 650000$

$For = \frac{For_3+For_4}{2} = 650000$

Tabel 7. Prediksi tahap *training*

Waktu	Aktual	Fuzzifikasi	Orde 1	Orde 2	Orde 3	Orde 4	n
T1-2007	279226	A2					
T2-2007	141361	A1					
T3-2007	316945	A3	350000	350000			1
T4-2007	272030	A2	250000	250000			1
T1-2008	406947	A4	300000	450000			1
T2-2008	595642	A5		550000	550000		2
T3-2008	865739	A8	850000	850000			1
T4-2008	883344	A8	1050000	850000			1
T1-2009	1290968	A12		1250000	1250000		2
T2-2009	945742	A9	950000	950000			1
T3-2009	904733	A9	700000	950000			1
T4-2009	920559	A9		700000	950000		2
T1-2010	480854	A4			450000	450000	3

T2-2010	699524	A6		650000	650000		2
T3-2010	638825	A6	700000	650000			1
T4-2010	780447	A7		750000	750000		2
T1-2011	1018566	A10	1050000	1050000			1
T2-2011	1138223	A11	1100000	1150000			1
T3-2011	1000940	A10		1000000	1050000		2
T4-2011	1001375	A10	1100000	1050000			1
T1-2012	1152665	A11		1150000	1150000		2
T2-2012	946934	A9	1000000	1000000			1
T3-2012	906693	A9	700000	950000			1
T4-2012	905295	A9		700000	950000		2

Hasil prediksi secara keseluruhan terlihat seperti pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil prediksi

Waktu	Aktual	Prediksi	error (%)
T1-2008	406947	350000	13.99
T2-2008	595642	550000	7.66
T3-2008	865739	850000	1.82
T4-2008	883344	850000	3.78
T1-2009	1290968	1250000	3.17
T2-2009	945742	950000	0.45
T3-2009	904733	1250000	38.16
T4-2009	920559	950000	3.20
T1-2010	480854	700000	45.57
T2-2010	699524	950000	35.81
T3-2010	638825	650000	1.75
T4-2010	780447	650000	16.71
T1-2011	1018566	1050000	3.09
T2-2011	1138223	1150000	1.04
T3-2011	1000940	1050000	4.90
T4-2011	1001375	1150000	14.84
T1-2012	1152665	1125000	2.40
T2-2012	946934	1000000	5.60
T3-2012	906693	850000	6.25
T4-2012	905295	700000	22.68

Hasil prediksi laba dievaluasi dengan menghitung nilai *error* prediksi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Dari hasil perhitungan *error* prediksi diperoleh nilai simpangan (*error*) antara 0,45% sampai dengan sebesar 45,57% dengan *error* rata-rata prediksi sebesar 11,64%. Hasil prediksi dari T1-2008 sampai dengan T2-2009 memiliki *error* yang relatif kecil, hal ini dikarenakan data aktual terus meningkat dimana nilai $act_t \geq act_{t-1}$ sehingga nilai # *FLRG* orde prediksi diganti dengan A_{t+1} sesuai dengan aturan 6 prediksi.

Untuk prediksi T3-2009, T1-2010 dan T2-10 terdapat *error* yang cukup besar. Besarnya nilai *error* pada T3-2009 yaitu 38,16%, hal ini dikarenakan nilai $act_t < act_{t-1}$, sehingga nilai # *FLRG* orde prediksi diganti dengan A_{t-1} sesuai aturan 7 prediksi. Untuk prediksi T1-2010 memiliki *error* sebesar 45,57%, hal ini disebabkan nilai prediktor tren $n_t \geq n_{t-1}$ dan $act_t \geq act_{t-1}$ sehingga nilai prediksi ditetapkan sesuai dengan aturan 8 yaitu $\max(700000, 450000)$. Untuk prediksi T2-2010 memiliki *error* sebesar 35,81%, hal ini juga dikarenakan nilai $act_t < act_{t-1}$, sehingga nilai # *FLRG* orde prediksi diganti dengan A_{t-1} .

4. KESIMPULAN

- a. Dari hasil penelitian prediksi laba dengan model *heuristic time invariant fuzzy time series* menggunakan 24 data sampel diperoleh *error* prediksi sebesar 11,64%, yang diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.
- b. Apabila terjadi penurunan nilai aktual yang besar, maka hasil prediksi periode sesudahnya akan memiliki *error* yang besar karena nilai prediksi ditentukan oleh himpunan fuzzy periode sebelumnya (A_{t-1}).
- c. Model *heuristic time invariant fuzzy time series* dapat diterapkan untuk memprediksi laba, hal ini terbukti dari hasil uji yang menunjukkan bahwa rata-rata persentase *error* atau selisih nilai prediksi dengan nilai data aktual laba relatif kecil.

5. SARAN

Proses prediksi laba pada penelitian ini hanya menggunakan satu model yaitu *heuristic time invariant fuzzy time series*, untuk penelitian prediksi laba selanjutnya dapat dilakukan perbandingan antara model *heuristic time invariant fuzzy time series* dengan model-model *fuzzy time series* lainnya atau dengan metode-metode prediksi yang lain untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih akurat dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penelitian. Terima kasih juga kami ucapkan kepada tim redaksi jurnal Jupiter yang telah memberikan kesempatan sehingga naskah jurnal dapat dimuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alonso, C.R.G., Jimenez, M.T., dan Martinez, C.H., 2010, Income prediction in the agrarian sector using product unit neural networks, *European Journal of Operational Research* 204, 355–365.
- [2] Bai, E., Wong, W.K., Chu, W.C., Xia, M., dan Pan, F., 2011, A heuristic time-invariant model for fuzzy time series forecasting, *Expert Systems with Applications* 38, 2701–2707.
- [3] Brown, L.D., 1993, Earnings Forecast Research: Its Implications for Capital Market Research, *International Journal of Forecasting* 9, 295–320.
- [4] Champman, S.N., 2006, *The Fundamentals of Production Planning and Control* Pearson, Prentice-Hall. New Jersey.
- [5] Chen, S.M., 1996, Forecasting Enrollments Based On Fuzzy Time Series, *Fuzzy Sets and Systems* 81, 311–319.
- [6] Chen, S.M., 2002, Forecasting Enrollments Based On High-Order Fuzzy Time Series, *Cybernetics and Systems: An International Journal* 33, 1–16.
- [7] Foster, G., 1986, *Financial statement analysis Second Edition*, Prentice-Hall International.
- [8] Ghozali, I., dan Chariri, A., 2014, *Teori Akuntansi International Financial Reporting System (IFRS)*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [9] Higgins, H., 2013, Can securities analysts forecast intangible firms' earnings?, *International Journal of Forecasting* 29, 155–174.
- [10] Huarng, K., 2001, Effective lengths of intervals to improve forecasting in fuzzy time series, *Fuzzy Sets and Systems* 123, 387–394.
- [11] Jilani, T.A., dan Burney, S.M.A, 2008, A refined fuzzy time series model for stock market forecasting, *Physica A* 387, 2857–2862.
- [12] Nany, M., 2013, Analisis Kemampuan Prediksi Arus Kas Operasi (Studi Pada Bursa Efek Indonesia), *Jurnal Dinamika Akuntansi* Vol. 5, No. 1, pp. 35-46.
- [13] Robandi, I., 2006, *Desain Sistem Tenaga Modern, Optimasi, Logika Fuzzy dan Algoritma Genetika*, Andi, Yogyakarta.

- [14] Rustami, P., Kirya, I.K., dan Cipta, W., 2014, Pengaruh Biaya Produksi, Biaya Promosi, Dan Volume Penjualan Terhadap Laba Pada Perusahaan Kopi Bubuk Banyuwatis, *e-Journal Bisma Universitas Pendidikan Ganesha Jurusan Manajemen* Volume 2.
- [15] Song, Q., dan Chissom, B., 1993, Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series part 1. *Fuzzy Sets and System* 54, 1-9.
- [16] Spiegel, M.R., 1988, *Teori dan Soal-soal Statistik Versi SI (Metrik)*, Erlangga, Jakarta.
- [17] Steel, R.G.D., dan Torrie, J.H., 1991, *Prinsip dan Prosedur Statistika (Suatu Pendekatan Biometrik)*, Gramedia, Jakarta.
- [18] Sungkawa, I., 2013, Penerapan Analisis Regresi Dan Korelasi Dalam Menentukan Arah Hubungan Antara Dua Faktor Kualitatif Pada Tabel Kontingensi, *Jurnal Mat Stat*, Vol. 13 No. 1, 33-41
- [19] Syamsudin dan Primayuta, C., 2009, Rasio Keuangan Dan Prediksi Perubahan Laba Perusahaan Manufaktur Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia, *BENEFIT Jurnal Manajemen dan Bisnis* Volume 13, Nomor 1, hlm.61-69.
- [20] Zhu, S.J., Sun, A.H., Zhang, Z.X., dan Wang, B., 2012, Multivariable Linear Regression Equation for Rice Water Requirement based on Meteorological Influence, *Procedia Engineering* 28, 516 – 521.