

Peramalan *Return* Portofolio Saham-saham LQ45 dengan Metode *Weighted Fuzzy Time Series*

Muhamad Lutfi Chandra¹, Rian Febrian Umbara², Aniq Atiqi Rohmawati³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹lutfimuhamad@students.telkomuniversity.ac.id, ²RianFebrianUmbara@telkomuniversity.ac.id,

³AniqAtiqiRohmawati@telkomuniversity.ac.id,

Abstrak

Return portofolio merupakan return investasi dalam berbagai instrumen keuangan selama suatu periode tertentu. Salah satu jenis portofolio adalah equal weight portofolio. Metode yang efektif untuk mendapatkan nilai peramalan return portofolio saham – saham LQ45 adalah metode weighted fuzzy time series. Saham-saham LQ45 adalah saham-saham yang dikelompokkan terhadap 45 saham yang memiliki tingkat likuiditas perdagangan di atas rata-rata tingkat likuiditas saham lainnya yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia. Saham yang digunakan dalam membentuk portofolio equal weight yaitu 20 saham dengan rata – rata return terbesar. Hasil peramalan *return* portofolio menggunakan metode weighted fuzzy time series sangat efektif dibandingkan dengan fuzzy time series dengan RMSE (Root Mean Squared Error) WFTS 0.03109848 sedangkan tingkat error menggunakan fuzzy time series (FTS) yaitu 0.047415.

Kata kunci : LQ45, Portofolio, *return*, Weighted fuzzy time series (WFTS), Root Mean Squared Error (RMSE), Fuzzy Time Series (FTS).

Abstract

Portfolio return is a return on investment in a variety of financial instruments during a certain period. One type of portfolio is equal weight portfolio. An effective method for obtaining stock return portfolio forecasting values - LQ45 shares is a weighted fuzzy time series method. LQ45 shares are shares that are grouped against 45 shares that have a level of trading liquidity above the average level of liquidity of other shares listed on the Indonesia Stock Exchange. The shares used in forming the equal weight portfolio are 20 shares with the highest average return. The results of portfolio return forecasting using the weighted fuzzy time series method is very effective compared to fuzzy time series with RMSE (Root Mean Squared Error) WFTS 0.03109848 while the error rate uses fuzzy time series (FTS) that is 0.047415.

Keywords: LQ45, Portfolio, *return*, Weighted fuzzy time series (WFTS), Root Mean Squared Error (RMSE), Fuzzy Time Series (FTS).

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Portofolio merupakan sekumpulan asset yang dimiliki untuk tujuan investasi. Konsep dasar dari portofolio yaitu bagaimana mengalokasikan sejumlah dana tertentu dengan proporsi untuk setiap saham yang akan menghasilkan keuntungan yang optimal ^[1]. Return merupakan hasil atau keuntungan yang diperoleh pemegang saham sebagai hasil investasinya. Pertimbangan utama investor adalah memaksimalkan return yang diharapkan (*expected return*) dengan tingkat risiko tertentu ^[2]. Keputusan Investasi untuk mencapai suatu Portofolio yang efisien dalam mengoptimalkan tingkat imbal hasil investasi dan mengurangi sekecil mungkin risiko yang dihadapi sangat menentukan keberhasilan seorang investor ^[3]. Setiap investor melakukan investasi memiliki tujuan yang sama yaitu mendapatkan keuntungan (*capital gain*) dan meminimalisir kerugian (*capital loss*). Return Portofolio adalah kombinasi atau gabungan atau sekumpulan aset, baik berupa aset riil maupun aset finansial yang dimiliki oleh investor. Berkaitan dengan pembahasan diatas, permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana meramalkan return Portofolio Saham-saham LQ45 periode Januari 2018 – Mei 2018 dengan menggunakan metode weighted fuzzy time series.

Saham-saham LQ45 adalah saham-saham yang dikelompokkan terhadap 45 saham yang memiliki tingkat likuiditas perdagangan di atas rata-rata tingkat likuiditas saham lainnya yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia yang dipilih berdasarkan likuiditas perdagangan saham dan disesuaikan setiap 6 bulan (setiap awal Februari dan Agustus) dan diawasi oleh suatu badan yang disebut dengan BAPEPAM (Badan Perencana dan Pengawas Pasar Modal). Penyeleksian ini didasarkan pada beberapa kriteria : 1. Rata-rata transaksi sahamnya masuk dalam urutan 60 terbesar di pasar reguler, selama kurun waktu 12 bulan terakhir. 2. Rata-rata nilai kapitalisasi pasarnya masuk ke dalam jajaran teratas dipasar reguler, selama 12 bulan terakhir. 3. Jumlah hari perdagangan di pasar reguler. 4. Telah tercatat di BEI paling tidak selama 3 bulan. 5. Memiliki kondisi keuangan dan prospek pertumbuhan yang

baik, juga frekuensi perdagangan dan transaksinya pun tinggi di pasar reguler. 6. Saham harus termasuk dalam perhitungan IHSG. (www.idx.co.id, diakses pada 7/07/2018). Salah satu cara untuk memprediksi nilai *return* portofolio yaitu menggunakan metode *Fuzzy Time Series* (FTS).

Penelitian menggunakan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) telah lama dilakukan, seperti prediksi jumlah pendaftar pada suatu universitas Alabama [4]. FTS pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. FTS adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Penggunaan metode FTS dalam masalah prediksi telah terbukti bahwa hasil prediksinya kurang akurat yang diindikasikan dengan nilai RMSE (Root Mean Squared Error) lebih besar dibandingkan dengan metode *Weighted Fuzzy Time Series* (WFTS) [5].

Metode *Weighted Fuzzy Time Series* (WFTS) dapat digunakan untuk semua pola data *time series* dan tidak memerlukan beberapa asumsi seperti pada metode klasik. Selain itu, dalam kehidupan nyata suatu nilai sering berupa himpunan tidak tegas (*fuzzy*) yang dapat digolongkan kedalam nilai tinggi, sedang, dan kurang agar lebih mudah dibaca dan dipahami. Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, peramalan data *time series* menggunakan Metode *Weighted Fuzzy Time Series* menghasilkan nilai *error* kecil dibandingkan dengan Metode *Fuzzy Time Series*.

1.2 Topik dan Batasannya

Dalam tugas akhir ini, portofolio yang digunakan untuk bobot tiap saham sama, saham yang digunakan adalah saham – saham LQ45 periode Januari 2012 – Desember 2017 untuk data training dan Januari 2018 – Mei 2018 untuk data testing, Saham yang digunakan yaitu 20 saham terbaik dengan rata – rata *return* terbesar.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu bagaimana meramalkan *return* Portofolio Saham-saham LQ45 menggunakan metode *Weighted Fuzzy Time Series* dan bagaimana Performa model *Weighted Fuzzy Time Series* dalam meramalkan *return* Portofolio.

2. Studi Terkait

2.1 Return

Return merupakan hasil atau keuntungan yang diperoleh pemegang saham sebagai hasil investasinya [6]. Sedangkan pengertian *return* menurut Robert Ang (1997:20-2) [8], yaitu tingkat keuntungan yang dinikmati oleh pemodal atas suatu investasi yang dilakukannya. Komponen *return* terdiri dari 2 jenis yaitu *current income* (pendapatan lancar) dan *capital gain* (keuntungan selisih harga). Komponen *return* yang dipakai yaitu menggunakan *capital gain* (keuntungan selisih harga) Return saham dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$r_{tj} = \frac{P_{tj} - P_{(t-1)j}}{P_{(t-1)j}} \quad (1)$$

Ket :

r_{tj} = *return* aset saham j pada waktu t

P_{tj} = harga saham j pada waktu t

$P_{(t-1)j}$ = harga saham j pada waktu t-1

2.2 Return Portofolio

Return Portofolio merupakan kombinasi atau gabungan atau sekumpulan aset, baik berupa aset riil maupun aset finansial yang dimiliki oleh investor. Suatu portofolio dikatakan efisien apabila portofolio tersebut ketika dibandingkan dengan portofolio lain memenuhi kondisi sebagai berikut:

1. Memberikan *return* yang diharapkan (*expected return*) terbesar dengan kondisi risiko yang sama atau
2. Memberikan tingkat risiko terkecil dengan *return* yang diharapkan (*expected return*) yang sama.

Return Portofolio dapat dirumuskan sebagai berikut [7]:

$$r_t(X) = \sum_{j=1}^n r_{tj}x_j \quad (2)$$

Ket :

n = banyaknya aset dalam Portofolio

r_{tj} = *return* aset saham j pada waktu t

x_j = besarnya komposisi aset ke-i dalam Portofolio dengan $\sum_{j=1}^n x_j = 1$

dalam bentuk notasi matriks, *return* Portofolio pada waktu t dapat ditulis sebagai berikut:

$$r_t(X) = r_{t1}x_1 + r_{t2}x_2 + \dots + r_{tn}x_n$$

$$r_t(X) = [r_{t1} r_{t2} \dots r_{tn}] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Ket :

$r_t(X)$ = vektor transpose dari r_i
 x = bobot

2.3 Fuzzy Time Series (FTS)

Fuzzy Time Series (FTS) adalah metode prediksi data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem prediksi dengan FTS menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Pertama kali dikembangkan oleh Q. Song dan B.S. Chissom pada tahun 1993. Dari proses metode *Fuzzy Time Series* (FTS) langkah awal yang harus dilakukan yaitu dengan membentuk suatu himpunan *fuzzy*, membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), dan menghasilkan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Berikut adalah tahapan-tahapan peramalan pada data *time series* dengan menggunakan FTS^[7]:

1. Menentukan himpunan semesta (U) data aktual, yaitu:

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \quad (4)$$

Ket :

D_{min} = data minimum
 D_{max} = data maksimum
 D_1 = bilangan positif yang kecil
 D_2 = bilangan positif yang kecil

2. Menentukan Panjang interval yang telah diusulkan menurut¹ Rubio, A., Bermúdez, J. D, dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Menentukan rentang (*range*) dengan rumus sebagai berikut:

$$R = ((D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)) \quad (5)$$

Ket :

R = rentang
 D_{max} = data terbesar
 D_{min} = data terkecil
 D_1 = bilangan positif terkecil
 D_2 = bilangan positif terkecil

- b. Menentukan Standar Deviasi (σ) dari *return* portofolio. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$variansi = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (r_{tj} - \bar{r}_t)^2$$

$$\bar{x} = \text{jumlah data/banyak data}$$

$$\sigma = \sqrt{\text{variansi}} \quad (6)$$

Ket :

n = ukuran sampel

¹ Rubio, A., Bermúdez, J. D., & Vercher, E. (2016). Forecasting portfolio returns using weighted fuzzy time series methods. *International Journal of Approximate Reasoning*, 75, 1-12.

r_{tj} = return asset saham j pada waktu t
 \bar{r}_t = rata-rata return
 σ = standar deviasi

c. Menentukan banyaknya interval kelas dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \left\lceil \frac{R}{\sigma} \right\rceil \tag{7}$$

Ket :

R = rentang

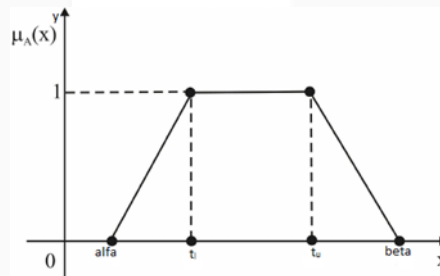
σ = standar deviasi

K = interval kelas

3. Himpunan *fuzzy* dibentuk dengan melihat jumlah kelas yang dihasilkan dari banyaknya interval K dan melakukan fuzzifikasi pada data historis yang diamati. Misal A_1, A_2, \dots, A_k adalah himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik. Pendefinisian himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_k

$$\begin{aligned} A_1 &= a_{11}/u_1 + a_{12}/u_2 + \dots + a_{1m}/u_m \\ A_2 &= a_{21}/u_1 + a_{22}/u_2 + \dots + a_{2m}/u_m \\ &\vdots \\ A_k &= a_{k1}/u_1 + a_{k2}/u_2 + \dots + a_{km}/u_m \end{aligned} \tag{8}$$

dimana a_{ij} mempunyai range $[0,1]$, $1 \leq i \leq k$ dan $1 \leq j \leq m$. Nilai dari a_{ij} menandakan derajat keanggotaan dari u_j dalam himpunan fuzzy A_i . Fungsi keanggotaan yang digunakan yaitu fungsi keanggotaan trapesium (α, tl, tu, β) , dapat ditulis sebagai berikut ^[7].



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Fuzzy Trapesium

$$\mu_{\tilde{r}_x}(y) = \begin{cases} \frac{y - t_l + \alpha}{\alpha} & \text{if } t_l - \alpha \leq y \leq t_l \\ 1 & \text{if } t_l \leq y \leq t_u \\ \frac{t_u + \beta - y}{\beta} & \text{if } t_u \leq y \leq t_u + \beta \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \tag{9}$$

Ket :

α = sebaran kiri

t_l = nilai minimum

t_u = nilai maksimum

β = sebaran kanan

$\mu_{\tilde{r}_x}(y)$ = fungsi keanggotaan Fuzzy Trapesium pada Return Portofolio y

4. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), apabila terdapat relasi *fuzzy* $R(t - 1, t)$, maka,

$$F(t) = F(t - 1) \times R(t - 1, t) \quad (10)$$

Dimana \times merupakan sebuah operator, relasi antara $F(t)$ dan $F(t - 1)$ dinotasikan dengan persamaan

$$F(t - 1) \rightarrow F(t) \quad (11)$$

Berdasarkan persamaan diatas $F(t - 1)$ merupakan *left hand side* atau *current state*, sedangkan $F(t)$ merupakan *right hand side* atau *next state* dari relasi *fuzzy*^[10].

5. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG), relasi dengan himpunan *fuzzy* yang sama pada sisi kiri (*current state*) selanjutnya dapat dikelompokkan menjadi kelompok relasi. Grup relasi direpresentasikan sebagai FLRG. Misalkan terdapat relasi seperti berikut:

$$\begin{aligned} A_i &\rightarrow A_{j1} \\ A_i &\rightarrow A_{j2} \\ &\dots \dots \dots \\ A_i &\rightarrow A_{jn} \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dikelompokkan menjadi kelompok relasi, sebagai berikut^[10].

$$A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jn} \quad (12)$$

6. Proses defuzzifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan hasil peramalan dengan menghitung rerata *next state* untuk setiap *current state* sesuai dengan hasil FLRG sebelumnya. Kemudian melakukan proses defuzzifikasi dengan menggunakan beberapa aturan berikut^[10].

- a. Apabila *current state* dari himpunan *fuzzy* adalah A_i , dan FLRG A_i tidak ada, misal $A_i \rightarrow \#$, maka hasil ramalan adalah m_i yang merupakan *midpoint* dari u_i .

$$forecast = m_i \quad (13)$$

- b. Apabila *current state* dari himpunan *fuzzy* adalah A_i , dan FLRG A_i merupakan relasi *one-to-one*, misal $A_i \rightarrow A_j$, maka hasil ramalan adalah m_j yang merupakan *midpoint* dari u_j .

$$forecast = m_j \quad (14)$$

- c. Apabila *current state* dari himpunan *fuzzy* adalah A_i , dan FLRG A_i merupakan relasi *one-to-many*, misal $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jn}$ maka hasil ramalan adalah rerata $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jn}$ yang merupakan *midpoint* dari $u_{j1}, u_{j2}, \dots, u_{jn}$.

$$forecast = \frac{\sum_{i=1}^n m_{ji}}{n} \quad (15)$$

2.4 Weighted Fuzzy Time Series (WFTS)

Langkah kedua yaitu menghitung *Weighted Fuzzy Time Series* (WFTS). Untuk mendapatkan nilai tengah dari setiap himpunan *fuzzy* dan mendapatkan bobot. Persamaan matriks bobot^[7].

$$\begin{aligned} w_{i,k} &= \sum_{t=1}^{N-1} t_{i,k}, \quad \text{for } i, k = 1, \dots, m \\ t_{i,k} &= \begin{cases} t & \text{if } F(t-1) = A_i \text{ and } F(t) = A_k \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \end{aligned} \quad (16)$$

Ket :

$F(t - 1)$ = return Portofolio sebelumnya

$F(t)$ = return Portofolio pada saat itu

A_i = himpunan sebelumnya
 A_k = himpunan pada saat itu
 $t_{i,k}$ = bobot himpunan yang berelasi

jadi dari hasil FLRG suatu himpunan *fuzzy* A_i berelasi maka data minggu saat itu akan ditampilkan dan jika tidak berelasi maka nilainya nol. Lalu didapat matriks bobot untuk himpunan A_i yang berelasi. Matriks bobot yang didapat lalu di normalisasi bobot, sesudah itu setiap bobot dikalikan dengan nilai tengah himpunan A_i yang berelasi. menggunakan *fuzzy* trapesium (α, tl, tu, β) Untuk mencari nilai tengah dapat ditulis sebagai berikut [7]: Untuk mencari midpoint atau nilai tengah digunakan rumus sebagai berikut:

$$E(\tilde{T}_X) = \frac{tl + tu}{2} + \frac{\beta - \alpha}{4} \quad (17)$$

dimana α adalah sebaran kiri, tl adalah nilai minimum, tu adalah nilai maksimum, β adalah sebaran kanan, $E(\tilde{T}_X)$ adalah *expected return* pada Portofolio X.

interval valued mean \tilde{T}_X digunakan untuk mencari nilai rata – rata interval, sebagai berikut:

$$I_m(\tilde{T}_X) = [tl - \alpha/2, tu + \beta/2] \quad (18)$$

dimana α adalah sebaran kiri, tl adalah nilai minimum, tu adalah nilai maksimum, β adalah sebaran kanan, $I_m(\tilde{T}_X)$ adalah rata – rata bernilai interval.

kemudian setelah mendapatkan bobot yang telah di normalisasi dan mendapatkan nilai tengah maka proses *Weighted Fuzzy Time Series* (WFTS) telah memenuhi, sebagai berikut [7]:

$$\tilde{A}_t = w'_{i,k} A_{k1} + \dots + w'_{i,kr} A_{kr}, \text{ dimana } w'_{i,k} = \frac{w_{i,k}}{\sum_{j=k1}^{kr} w_{i,j}}, \text{ untuk } k = k1, \dots, kr. \quad (19)$$

dimana $w_{i,k}$ adalah bobot yang didapat dari persamaan matriks bobot fuzzifikasi, A_{k1} adalah nilai tengah suatu himpunan yang berelasi.

2.5 Pengukuran Ketepatan Hasil Peramalan

pada prinsipnya peramalan dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi. Hasil yang didapatkan jika peramalan mendapatkan penyimpangan terkecil adalah Teknik yang sesuai untuk digunakan. Ketepatan peramalan dapat dihitung menggunakan *Root Mean Squared Error* (RMSE) dengan rumus sebagai berikut [5].

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (r_{tj} - \bar{r}_t)^2} \quad (20)$$

Ket :

r_{tj} = *return* aset saham j pada waktu t

\bar{r}_t = rata-rata *return*

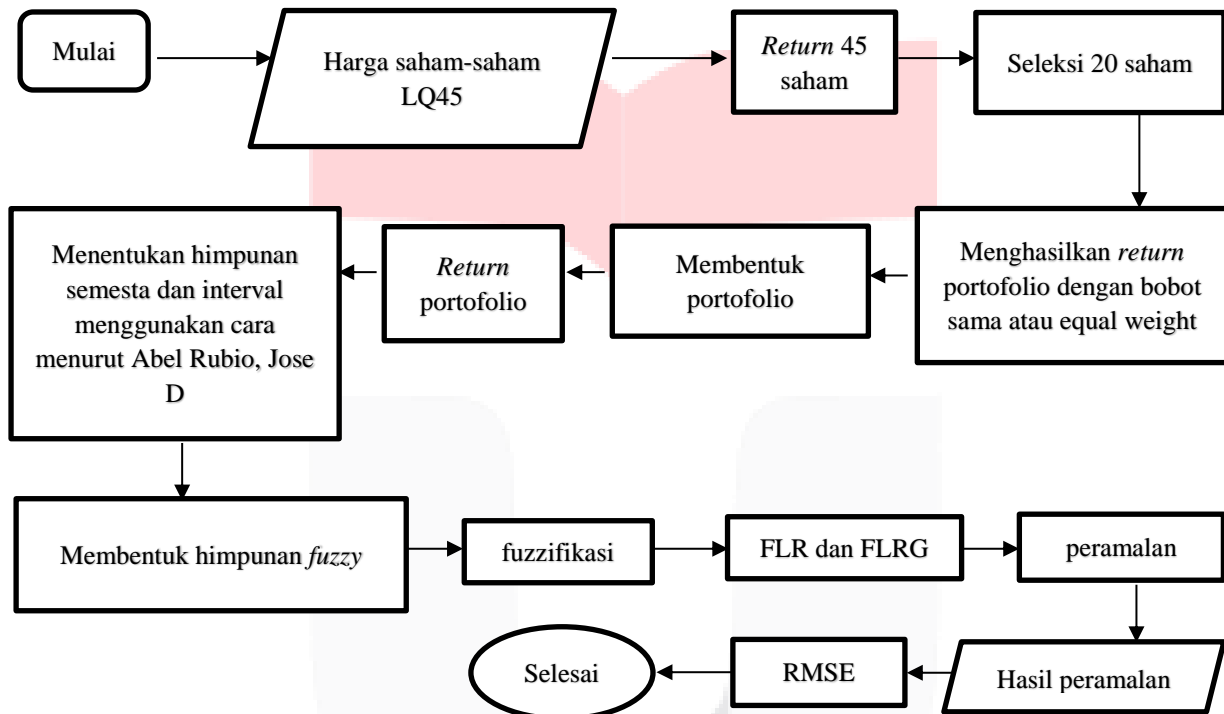
n = jumlah data

\bar{r}_t didapat dari hasil prediksi *weighted Fuzzy Time Series*

3. Sistem yang dibangun

3.1 Flow Chart

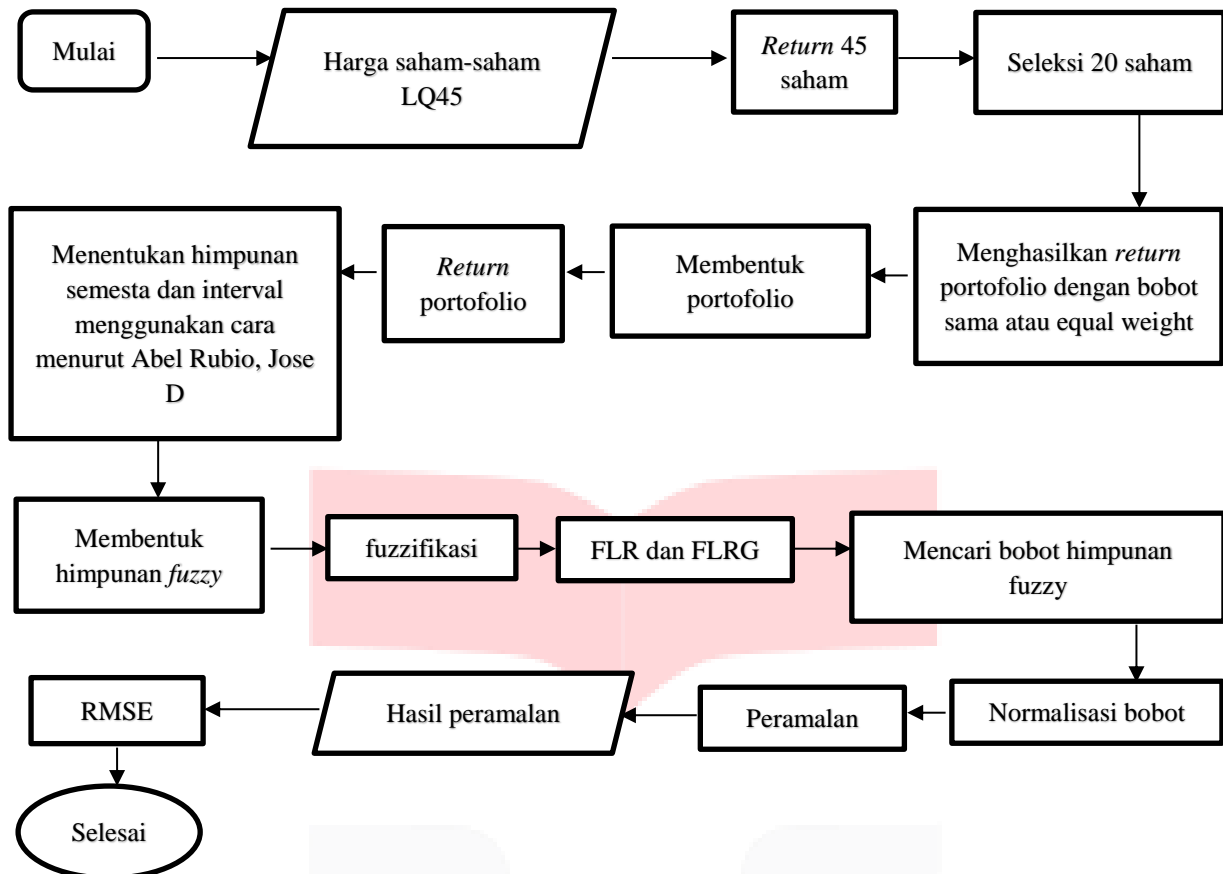
Data penelitian harga saham-saham LQ 45 menggunakan seleksi 20 saham dengan nilai rata – rata return paling besar: PT Surya Citra Media Tbk (IDX: SCMA), PT Matahari Department Store Tbk (IDX: LPPF), PT Bumi Resources Tbk (IDX: BUMI), PT Chandra Asri Petrochemical Tbk (IDX: TPIA), PT Barito Pacific Tbk (IDX: BRPT), PT Waskita Raya Tbk (IDX: WSKT), PT PP Persero Tbk (IDX: PTPP), PT Pakuwon Jati Tbk (IDX: PWON), PT Indika Energy Tbk (IDX: INDY), PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk (IDX: ICBP), PT Sri Rezeki Isman Tbk (IDX: SRIL), PT Adhi Karya Persero Tbk (IDX: ADHI), PT Bank Tabungan Negara Persero Tbk (IDX: BBTN), PT BPD Jawa Barat dan Banten Tbk (IDX: BJBR), PT Unilever Indonesia Tbk (IDX: UNVR), PT Bank Rakyat Indonesia Persero Tbk (IDX: BBRI), PT Bank Negara Indonesia Persero Tbk (IDX: BBNI), PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk (IDX: SSMS), PT Bank Central Asia Tbk (IDX: BBKA), PT Telekomunikasi Indonesia Persero Tbk (IDX: TLKM).



Gambar 2. Flowchart FTS

Pada gambar 2. untuk menentukan nilai prediksi *return* portofolio dengan metode *fuzzy time series* (FTS) yaitu menggunakan data harga 45 saham yang terdaftar di bursa efek indonesia (BEI) periode Januari 2018 sampai Mei 2018, lalu dari harga 45 saham seleksi 20 saham dengan rata – rata *return* terbesar, dari nilai *return* 20 saham dihitung nilai *return* portofolio dengan bobot sama atau equal weight, membentuk sebuah portofolio dan menghasilkan nilai *return* portofolio, dari nilai *return* portofolio data *return* portofolio diurutkan mulai dari minimum sampai maksimum, membagi interval kelas menggunakan cara menurut ²Abel Rubio, Jose. lalu setelah mendapatkan kelas – kelas interval, langkah selanjutnya membentuk himpunan fuzzy, fuzzifikasi, menghasilkan *fuzzy logic relationship* (FLR) dan *fuzzy logic relationship group* (FLRG), peramalan dengan mencari nilai tengah atau *midpoint* pada setiap himpunan fuzzy, hasil peramalan untuk mencari nilai error menggunakan metode root mean squared error (RMSE).

² Rubio, A., Bermúdez, J. D., & Vercher, E. (2016). Forecasting portfolio returns using weighted fuzzy time series methods. *International Journal of Approximate Reasoning*, 75, 1-12.



Gambar 3. Flowchart WFTS

Pada gambar 3. untuk menentukan nilai prediksi *return* portofolio dengan metode *weighted fuzzy time series* (WFTS), proses ini sama dengan proses menggunakan metode *fuzzy time series* (FTS) hanya saja perbedaannya yaitu menghitung bobot untuk setiap himpunan yang berelasi, dari proses menggunakan metode *fuzzy time series* (FTS) didapatkan *fuzzy logic relationship group* (FLRG), suatu himpunan *fuzzy* A_i berelasi maka data minggu saat itu akan ditampilkan dan jika tidak berelasi maka nilainya nol. Lalu didapatkan matriks bobot untuk himpunan A_i yang berelasi, matriks bobot yang didapat lalu di normalisasi bobot, hasil dari normalisasi bobot lalu dikalikan dengan *midpoint* yang didapatkan pada proses menggunakan *fuzzy time series* (FTS), hasil peramalan didapatkan lalu setelah itu, menghitung nilai error menggunakan metode *root mean squared error* (RMSE).

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

Analisis pengujian dilakukan dengan membandingkan *Root Mean Squared Error* (RMSE) dengan metode *Fuzzy Time Series* (FTS) dan *Weighted Fuzzy Time Series* (WFTS) menggunakan 20 saham yang telah diseleksi dengan membandingkan rata-rata 45 saham yang ada di INDEX LQ45. Menggunakan proporsi yang sama pada setiap saham.

4.1.1 Hasil *return* Portofolio dari 20 saham periode Januari 2012 sampai Desember 2017

Pada proses pertama prediksi dilakukan dengan menggunakan 20 saham yang telah terseleksi. Percobaan dilakukan menggunakan record sebanyak 297 minggu periode 2012 sampai 2017 dan menggunakan proporsi yang sama pada setiap saham. Setelah itu mendapatkan hasil *return* Portofolio.

Tabel 1. Hasil *return* Portofolio

Date	Return Portofolio
4/15/2012	
4/22/2012	0.040336978
4/29/2012	-0.013648569
5/6/2012	-0.037638584

5/13/2012	0.004310043
5/20/2012	-0.030616472
5/27/2012	-0.011022353
6/3/2012	0.0099895
6/10/2012	0.026781209
:	:
:	:
:	:
12/24/2017	0.006619565

Dari tabel diatas didapatkan hasil *return* Portofolio saham-saham LQ45 periode 2012 sampai periode 2017 untuk record 297 minggu, dari 45 saham yang diseleksi menjadi 20 saham dengan membandingkan nilai rata-rata *return* terbesar.

4.1.2 Hasil Panjang Interval dari himpunan semesta U

Dari hasil *return* Portofolio data diurutkan mulai dari $U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$, dicari Panjang interval menggunakan cara menurut ³ Rubio, A., Bermúdez, J. D.

Tabel 2. Panjang Interval

u_1	-0.10613505	-0.07613505
u_2	-0.07613505	-0.04613505
u_3	-0.04613505	-0.01613505
u_4	-0.01613505	0.01386495
u_5	0.01386495	0.04386495
u_6	0.04386495	0.07386495
u_7	0.07386495	0.10386495
u_8	0.10386495	0.13386495
u_9	0.13386495	0.16386495
u_{10}	0.16386495	0.19386495
u_{11}	0.19386495	0.22386495
u_{12}	0.22386495	0.25386495

Dari tabel diatas dapat dilihat hasil Panjang interval untuk setiap u_1 sampai u_{12} , dengan *Range* $u_1 = -0.10613505$ data minimum dan $u_{12} = 0.25386495$ data maksimum.

4.1.3 Hasil Himpunan Anggota dari data *return* Portofolio

Pada proses ketiga dari *return* Portofolio yang didapat maka dapat ditentukan keanggotaan Himpunan untuk setiap nilai *return* Portofolio.

Tabel 3. Himpunan Anggota

Date	Return Portofolio	Himpunan
4/15/2012		
4/22/2012	0.040336978	A5
4/29/2012	-0.013648569	A4
5/6/2012	-0.037638584	A3
5/13/2012	0.004310043	A4
5/20/2012	-0.030616472	A3
5/27/2012	-0.011022353	A4
6/3/2012	0.0099895	A4
6/10/2012	0.026781209	A5
:	:	:
:	:	:
:	:	:
12/24/2017	0.006619565	A4

³ Rubio, A., Bermúdez, J. D., & Vercher, E. (2016). Forecasting portfolio returns using weighted fuzzy time series methods. *International Journal of Approximate Reasoning*, 75, 1-12.

Dari tabel diatas dapat dilihat proses Fuzzifikasi dengan mengubah suatu masukan menjadi Fuzzy atau himpunan Fuzzy.

4.1.4 Hasil Fuzzy Logical Relationship (FLR) dan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Pada proses keempat dari hasil Himpunan yang didapat maka didapatkan FLR dan FLRG

Tabel 4. FLR
Fuzzy Logical Relationship (FLR)

A5 → A4	A4 → A3	A3 → A4	A4 → A4	A4 → A5	A5 → A5
A3 → A5	A3 → A3	A4 → A6	A6 → A5	A3 → A9	A9 → A4
A5 → A3	A5 → A6	A6 → A4	A4 → A1	A1 → A4	A3 → A8
A8 → A6	A6 → A3	A3 → A6	A5 → A2	A2 → A4	A2 → A5
A3 → A2	A2 → A3	A2 → A6	A4 → A7	A7 → A3	A4 → A12
A12 → A5					

Dari tabel diatas dapat dilihat suatu himpunan yang saling berelasi membentuk suatu himpunan yang disebut Fuzzy Logical Relationship (FLR).

Tabel 5. FLRG
Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

GROUP 1	A1 → A4
GROUP 2	A2 → A4, A5, A3, A6
GROUP 3	A3 → A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9
GROUP 4	A4 → A1, A3, A4, A5, A6, A7, A12
GROUP 5	A5 → A2, A3, A4, A5, A6
GROUP 6	A6 → A3, A4, A5
GROUP 7	A7 → A3
GROUP 8	A8 → A6
GROUP 9	A9 → A4
GROUP 10	A12 → A5

Dari tabel diatas dapat dilihat hasil dari tabel 5. Menghasilkan group yang saling berelasi. Untuk menentukan nilai tengah pada setiap Himpunan A_i dilakukan dengan cara: $D_{\min} + D_{\max} / 2$

Tabel 6. Nilai tengah U_i

Himpunan	Dmin	Dmax	1/2 U_i
A1	-0.10613505	-0.07614	-0.09113505
A2	-0.07613505	-0.04614	-0.06113505
A3	-0.04613505	-0.01614	-0.03113505
A4	-0.01613505	0.013865	-0.00113505
A5	0.01386495	0.043865	0.02886495
A6	0.04386495	0.073865	0.05886495
A7	0.07386495	0.103865	0.08886495
A8	0.10386495	0.133865	0.11886495
A9	0.13386495	0.163865	0.14886495
A10	0.16386495	0.193865	0.17886495
A11	0.19386495	0.223865	0.20886495
A12	0.22386495	0.253865	0.23886495

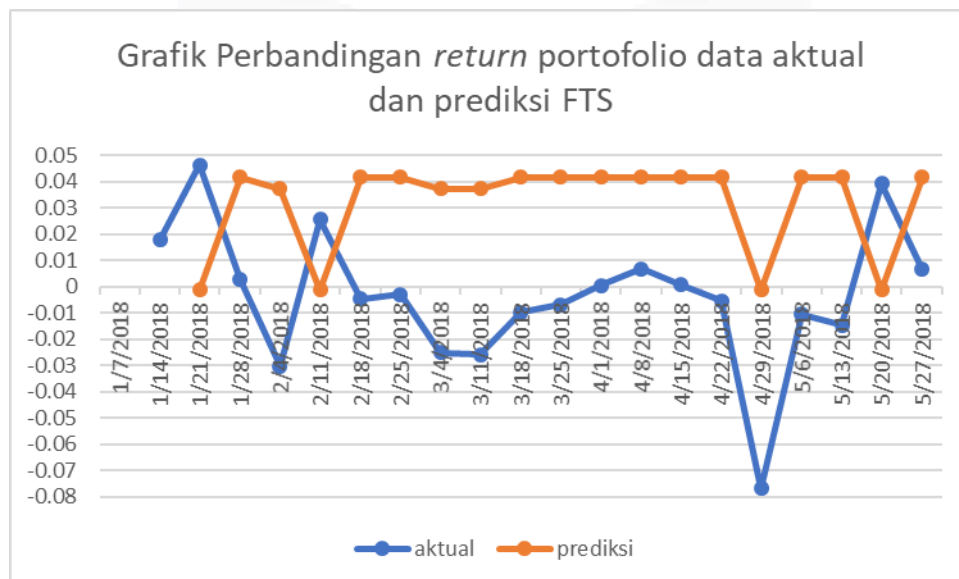
Dari tabel diatas setelah mendapatkan nilai tengah U_i pada masing-masing himpunan dicari nilai himpunan yang saling berelasi dilihat dari tabel 5.

Tabel 7. Prediksi Return Portofolio menggunakan metode *Fuzzy time series* (FTS)

RELASI	PREDIKSI RETURN PORTOFOLIO
A1	-0.00113505
A2	0.01386495
A3	0.037436379
A4	0.041722093
A5	-0.00113505
A6	-0.00113505
A7	-0.03113505
A8	0.05886495
A9	-0.00113505
A10	0
A11	0
A12	0.02886495

Dari tabel diatas didapatkan hasil prediksi *return* Portofolio menggunakan metode *Fuzzy time series* (FTS) dari setiap himpunan yang berelasi, dari tabel 5. Karena nilai himpunan A1 berelasi dengan himpunan A4 maka, A1 = nilai tengah dari A4, dst.

Selanjutnya, model FTS yang telah didapatkan, digunakan untuk memprediksi *return* portofolio dari tanggal 15 April 2012 sampai 24 Desember 2017 data training dan tanggal 14 Januari 2018 sampai 27 Mei 2018 data testing. Hasil prediksinya dibandingkan dengan data aktualnya (data testing) dan training. Berikut adalah hasil prediksinya:

Gambar 4. Grafik perbandingan *return* portofolio data aktual dan prediksi FTS.

dari tabel diatas dapat dilihat hasil dari prediksi data testing untuk nilai *return* portofolio menggunakan metode *fuzzy time series* (FTS), dimana hasil menggunakan metode *fuzzy time series* (FTS) hampir mengikuti pola grafik dari nilai *return* portofolio data aktual, tetapi ketika grafik data aktual turun dan prediksi FTS pun ikut turun jauh, ketika naik nilai prediksi FTS ikut naik. Ada beberapa grafik yang tidak mengikuti pola seperti grafik pada periode 18 Februari 2018 untuk grafik data aktual terlihat naik, sementara pada grafik prediksi FTS terlihat turun.

4.1.5 Proses mencari nilai tengah himpunan fuzzy dengan metode Weighted fuzzy time series (WFTS) menggunakan fungsi keanggotaan trapesium menurut ⁴Rubio, A., Bermúdez, J. D.,

Tabel 8. Nilai tengah atau midpoint return portofolio dari himpunan fuzzy A1 – A12.

Kelas	Dmin	Dmax	Himpunan fuzzy	t_l	t_u	alfa	Beta	Nilai tengah
u1	-0.106135	-0.076135	A1	-0.1061	-0.0761	-0.1061	0.02543	-0.05824
u2	-0.076135	-0.046135	A2	-0.0761	-0.0461	0.025	0.01871	-0.06270
u3	-0.046135	-0.016135	A3	-0.0461	-0.0161	0.00456	0.01674	-0.02808
u4	-0.016135	0.013864	A4	-0.0161	0.0138	0.01160	0.00860	-0.00188
u5	0.013864	0.043864	A5	0.0138	0.0438	0.01325	0.0091	0.02783
u6	0.043864	0.073864	A6	0.0438	0.0738	0.02139	0.01853	0.05815
u7	0.073864	0.103864	A7	0.0738	0.1038	0.02179	-0.07420	0.06486
u8	0.103864	0.133864	A8	0.1038	0.1338	0.01146	0.00024	0.116059
u9	0.133864	0.163864	A9	0.1338	0.1638	0.1338	0.1638	0.1563
u10	0.163864	0.193864	A10	0.1638	0.1938	0.02975	0.1938	0.21989
u11	0.193864	0.223864	A11	0.1938	0.2238	0.1938	0.02106	0.16566
u12	0.223864	0.253864	A12	0.2238	0.2538	0.2238	0.2538	0.2463

dari tabel 8. Untuk mencari midpoint pada setiap himpunan fuzzy caranya yaitu $(t_l+t_u)/2+(\beta-\alpha)/4$ ^[7]. dimana t_l = batas bawah, t_u = batas atas, α = sebaran kiri, β = sebaran kanan.

4.1.6 Proses mencari bobot dengan metode Weighted fuzzy time series (WFTS)

Tabel 9. Bobot return portofolio

Date	Return portofolio	t	Himpunan fuzzy return portofolio	t A4,A3
4/22/2012	0.040336978	1	A5	
4/29/2012	-0.013648569	2	A4	0
5/6/2012	-0.037638584	3	A3	3
5/13/2012	0.004310043	4	A4	0
5/20/2012	-0.030616472	5	A3	5
5/27/2012	-0.011022353	6	A4	0
6/3/2012	0.0099895	7	A4	0
6/10/2012	0.026781209	8	A5	0
6/17/2012	0.018265087	9	A5	0
6/24/2012	0.037343547	10	A5	0
Jumlah bobot				8

Pada tabel 9. Dilakukan proses mencari bobot pada setiap nilai return portofolio, jika himpunan fuzzy data sebelumnya berelasi dengan himpunan fuzzy data saat ini maka didapatkan bobot minggu saat itu, jika tidak maka nol.

Pada langkah selanjutnya didapatkan hasil matriks bobot *Weighted fuzzy time series* (WFTS)

Tabel 10. Matriks Weighted fuzzy time series (WFTS)

$w_{i,k}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	163	113	128	174	0	0	0	0	0	0
3	0	335	324	3022	1556	738	0	72	48	0	0	0
4	69	0	3212	10272	6174	697	180	0	0	0	0	261
5	0	239	1210	6881	5273	390	0	0	0	0	0	0
6	0	0	961	618	507	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0

⁴ Rubio, A., Bermúdez, J. D., & Vercher, E. (2016). Forecasting portfolio returns using weighted fuzzy time series methods. *International Journal of Approximate Reasoning*, 75, 1-12.

10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	262	0	0	0	0	0	0	0

Dari tabel diatas dapat dilihat himpunan – himpunan yang saling berelasi mulai dari himpunan A1 sampai himpunan A12 untuk data training.

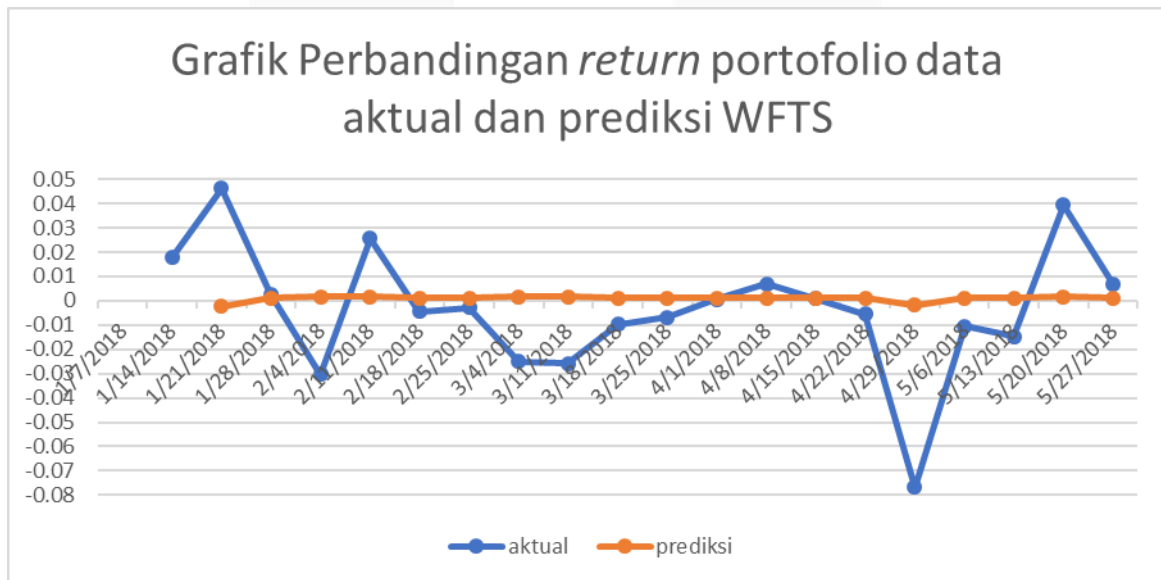
Tabel 11. Normalisasi bobot

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0.282007	0.195502	0.221453	0.301038	0	0	0	0	0	0
A3	0	0.054963	0.053158	0.495816	0.255291	0.121083	0	0.011813	0.007875	0	0	0
A4	0.003307	0	0.153942	0.492308	0.295902	0.033405	0.008627	0	0	0	0	0.012509
A5	0	0.01708	0.086472	0.491746	0.376831	0.027871	0	0	0	0	0	0
A6	0	0	0.46069	0.296261	0.243049	0	0	0	0	0	0	0
A7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
A9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Dari tabel diatas dapat dilihat hasil dari bobot yang di normalisasi dari himpunan A1 sampai himpunan A12 untuk data training.

4.1.7 Hasil prediksi nilai return portofolio data testing menggunakan metode *Weighted fuzzy time series* (WFTS)

Pada prediksi data training didapatkan hasil matriks bobot *Weighted fuzzy time series* (WFTS) dan normalisasi bobot. Hasil dari matriks *Weighted Fuzzy time series* (WFTS) data training digunakan untuk memprediksi nilai *return* portofolio pada data testing. Hasilnya sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Perbandingan *return* portofolio data aktual dan prediksi WFTS.

dari tabel diatas dapat dilihat hasil dari prediksi data testing untuk nilai *return* portofolio menggunakan metode *Weighted fuzzy time series* (WFTS) dimana hasil menggunakan metode *weighted fuzzy time series* (WFTS) lebih efektif, dikarenakan ketika nilai *return* portofolio data aktual turun, dengan prediksi WFTS tidak terlalu curam turunnya dan ketika nilai *return* portofolio naik, prediksi WFTS tidak terlalu tinggi naiknya.

4.1.8 Hasil Prediksi FTS dan WFTS pada data training dan testing

Pada prediksi ini dilakukan dengan membandingkan hasil RMSE training dan testing dari metode *fuzzy time series*(FTS) dan *weighted fuzzy time series*(WFTS).

Tabel 8. Perbandingan Root Mean Squared Error (RMSE) data training dan testing**Tabel 12. RMSE training**

Metode	RMSE
FTS	0.047414884
WFTS	0.03109848

Tabel 13. RMSE testing

Metode	RMSE
FTS	0.04996434
WFTS	0.026357031

Dari tabel 12 dan tabel 13, dapat dilihat hasil perbandingan nilai error untuk data training metode FTS dan WFTS dengan nilai error WFTS 0.03109848 lebih kecil dibandingkan dengan nilai error FTS 0.047414884 dan nilai error untuk data testing metode WFTS 0.026357031 lebih kecil dibandingkan dengan nilai error FTS 0.04996434.

5. Kesimpulan

Pada percobaan diatas, Pada tabel diatas Terlihat bahwa nilai Root Mean Squared Error (RMSE) dari WFTS untuk data training lebih kecil dibandingkan dengan nilai yang didapat FTS data training dan untuk data testing RMSE dari WFTS lebih kecil dibandingkan dengan FTS. Hal ini dapat disimpulkan bahwa WFTS lebih baik jika dibandingkan dengan FTS dalam memprediksi *return* portofolio.

Daftar Pustaka

- [1] Bierman Jr, Harold. 1998. A Utility Approach to The Portfolio Allocation Decision and The Investment Horizon, *Journal of Portfolio Management*.
- [2] Saragih, Ferdinand D. Manurung Adler H, dan Manurung, Jonni. 2006. *Keuangan Bisnis : Teori dan Aplikasi*, Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- [3] Markowitz, Harry M. 1952. *Portofolio Selection*, *Journal of Finance*.
- [4] Chen, S. M. (1996). Forecasting enrollments based on fuzzy time series. *Fuzzy sets and systems*, 81(3), 311-319.
- [5] MAE and RMSE – which Metric is Better?. (2016, 23 Maret). Medium. <https://medium.com/human-in-a-machine-world/mae-and-rmse-which-metric-is-better-e60ac3bde13d>
- [6] Jogiyanto, 1998, *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Edisi pertama. BPFE. Yogyakarta
- [7] Rubio, A., Bermúdez, J. D., & Vercher, E. (2016). Forecasting portfolio returns using weighted fuzzy time series methods. *International Journal of Approximate Reasoning*, 75, 1-12.
- [8] Robert Ang, 1997, *Buku Pintar Pasar Modal Indonesia*, Mediasoft, Jakarta.
- [9] Boaisa, S. M., & Amaitik, S. M. (2010). Forecasting model based on fuzzy time series approach. In *Proceedings of the 10th International Arab Conference on Information Technology-ACIT*(pp. 14-16).
- [10] Xihao, S., Yimin, L., 2008. Average-Based Fuzzy Time Series Models for Forecasting Shanghai Compound Index. *World Journal of Modelling and Simulation*, Volume 4, No.2, pp. 104 – 111.