

## Penerapan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Dengan *Membership function* Tipe *Gaussian* dan *Generalized Bell* Dalam Prediksi Harga Tertinggi Saham

I Putu Sedana Wijaya<sup>a1</sup>, Made Agung Raharja<sup>a2</sup>, Luh Arida Ayu Rahning Putri<sup>a3</sup>, I Putu Gede Hendra Suputra<sup>a4</sup>, Ida Bagus Made Mahendra<sup>a5</sup>, I Gede Santi Astawa<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Informatics Department, Faculty of Math and Sciences, Udayana University  
Jalan Raya Kampus Unud, Jimbaran, Bali, 80361, Indonesia

<sup>1</sup>[sedanawjy@gmail.com](mailto:sedanawjy@gmail.com)

<sup>2</sup>[made.agung@unud.ac.id](mailto:made.agung@unud.ac.id)

<sup>3</sup>[rahningputri@unud.ac.id](mailto:rahningputri@unud.ac.id)

<sup>4</sup>[hendra.suputra@unud.ac.id](mailto:hendra.suputra@unud.ac.id)

<sup>5</sup>[bm.mahendra@unud.ac.id](mailto:bm.mahendra@unud.ac.id)

<sup>6</sup>[santi.astawa@unud.ac.id](mailto:santi.astawa@unud.ac.id)

### Abstract

Many people who have capital are currently buying up shares in the stock market in the hope that the stock price will rise when the Covid-19 pandemic ends. As someone who wants to try investing in the stock market, you must be able to estimate the profits and losses from buying shares. One way that can help consideration in making decisions to buy and sell shares is to make predictions. There are many algorithms that can be used in prediction, one of which is the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) method which is a combination of the Fuzzy Logic algorithm and Artificial Neural Networks. The application of the ANFIS method requires a good ANFIS structure by selecting the right number and type of membership functions. In this study the Gaussian and Gbell type membership functions are used because they have the advantage of allowing subtle changes and can accommodate inaccuracies in measurements so that they match the pattern of historical data that moves smoothly at one time. In this study, it was found that the gaussian type has better accuracy than the gbell type by 97.87% to predict the highest stock price of Tencent Holdings Limited and the gbell type has a better accuracy than the gaussian type of 97.8% to predict the highest price of Take-Two shares. interactive.

**Keywords:** Prediction, ANFIS, Membership function, Stock, Data.

### Abstrak

Banyak kalangan yang memiliki modal saat ini beramai-ramai memborong saham di *stock market* dengan harapan harga saham tersebut akan naik saat pandemi Covid-19 berakhir. Sebagai seseorang yang ingin mencoba berinvestasi di *stock market* harus mampu memperkirakan untung dan rugi dari pembelian saham. Salah satu cara yang dapat membantu pertimbangan dalam pengambilan keputusan membeli dan menjual saham adalah melakukan prediksi. Terdapat banyak algoritma yang dapat digunakan dalam prediksi salah satunya adalah metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Penaplikasian metode ANFIS memerlukan struktur ANFIS yang baik dengan pemilihan jumlah dan tipe *membership function* yang tepat. Pada penelitian ini *membership function* tipe *gaussian* dan *gbell* digunakan karena memiliki kelebihan yaitu memungkinkan perubahan halus dan dapat mengakomodasi ketidaktepatan dalam pengukuran sehingga cocok dengan pola data histori yang bergerak secara halus di satu waktu. Pada penelitian ini diperoleh bahwa tipe *gaussian* memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan tipe *gbell* sebesar 97.87% untuk memprediksi harga tertinggi saham Tencent Holdings Limited dan tipe *gbell* memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan tipe *gaussian* sebesar 97,8% untuk memprediksi harga tertinggi saham Take-Two Interactive.

**Kata kunci:** Prediksi, ANFIS, *Membership function*, Saham, Data.

## 1. Pendahuluan

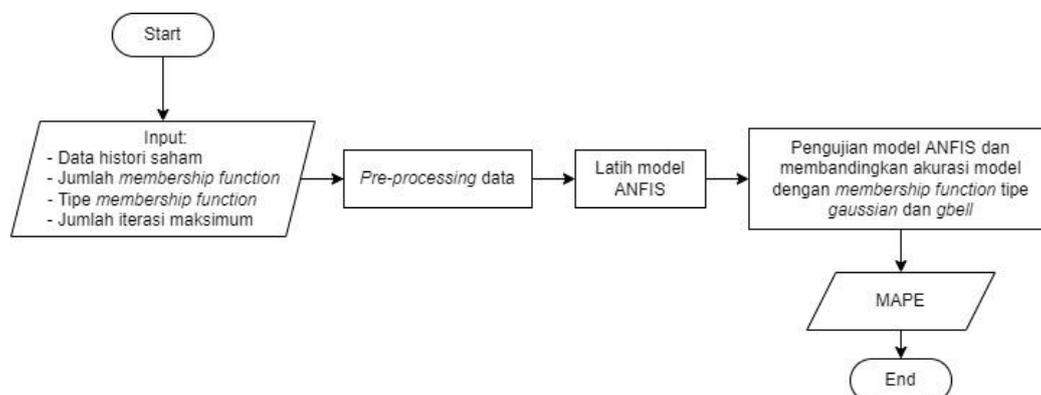
Saham merupakan suatu tanda penyertaan kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan terbatas [1]. Banyak kalangan yang memiliki modal saat ini beramai-ramai memborong saham di *stock market* dengan harapan harga saham tersebut akan naik saat pandemi Covid-19 berakhir. Salah satu bidang bisnis yang harga sahamnya diharapkan akan terus meningkat saat pandemi adalah bisnis *video games*. Sebagai seseorang yang ingin mencoba berinvestasi harus mampu memperkirakan untung dan rugi dari pembelian saham, harus siap dengan resiko yang terjadi akibat fluktuatifnya pasar saham. Salah satu cara yang dapat membantu pertimbangan dalam pengambilan keputusan membeli dan menjual saham adalah melakukan prediksi.

Menurut [1], prediksi adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan di masa yang akan datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa. Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam prediksi salah satunya adalah metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang merupakan penggabungan dari metode Logika Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan [2]. ANFIS merupakan metode *hybrid* yang berdasarkan menutupi kelemahan dari masing-masing metode tersebut. ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) dapat memberikan solusi untuk model sistem prediktif yang mampu beradaptasi dengan baik untuk menangani sistem yang kompleks, nonlinier dan berubah waktu melalui metode pembelajaran terhadap data numerik sistem [3].

Metode ANFIS memerlukan struktur yang baik berdasarkan pemilihan jumlah dan tipe *membership function* yang tepat. *Membership function* merupakan fungsi yang memetakan elemen suatu himpunan ke nilai keanggotaan fuzzy pada interval 0 hingga 1. Pemilihan tipe *membership function* bergantung pada pola data yang digunakan, sehingga dapat mempengaruhi akurasi model ANFIS yang dibangun. Pada penelitian ini digunakan *membership function* dengan tipe *gaussian* dan *generalized bell (gbell)*. Kedua tipe ini memiliki kelebihan yaitu memungkinkan perubahan halus dan dapat mengakomodasi ketidaktepatan dalam pengukuran sehingga cocok dengan pola data historis yang bergerak secara halus di satu waktu [4]. Oleh itu kedua tipe *membership function* ini digunakan pada metode ANFIS untuk melakukan prediksi harga tertinggi saham. Adapun beberapa batasan lainnya pada penelitian ini adalah jumlah iterasi maksimum sebesar 5000, toleransi *error* sebesar  $10^{-5}$ , dan data historis saham yang digunakan adalah data perusahaan yang bergerak di bidang *video games* yaitu Tencent Holdings Limited dan Take-Two Interactive Software, Inc.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan prediksi harga tertinggi saham pada hari berikutnya berdasarkan pola data yaitu harga pembukaan saham, harga terendah saham, dan harga penutupan saham di masa lampau dengan proses *pre-processing* data seperti normalisasi terhadap data, membagi data menjadi 2 yaitu data latih dan data uji, dan pemilihan *setting* parameter seperti jumlah *membership function*, tipe *membership function*, serta jumlah iterasi yang digunakan. Tahapan berikutnya adalah melatih model ANFIS dengan menggunakan metode ANFIS yang dibangun dengan bantuan *library* Tensorflow pada bahasa pemrograman Python hingga toleransi *error Mean Squared Error* (MSE) berada di bawah  $10^{-5}$  atau iterasi telah maksimum. Kurva dari kedua *membership function* akan dicetak setelah proses metode ANFIS selesai. Tahap terakhir adalah tahap pengujian untuk mengukur kinerja model ANFIS yang dibangun menggunakan metode uji *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan hasil pengujian akan dicetak pada sistem. Proses pada penelitian ini terdapat pada Gambar 1.



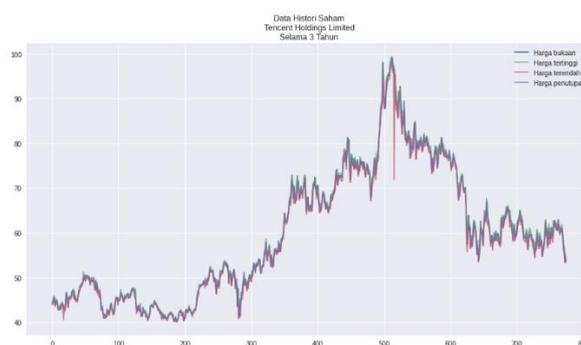
Gambar 1. Flowchart Penelitian ANFIS

## 2.1. Data Penelitian

Dari situs Yahoo Finance, peneliti memperoleh data histori saham Tencent Holdings Limited dan Take-Two Interactive Software, Inc dengan rentang waktu selama 3 tahun dari tanggal 1 Februari 2019 hingga 1 Maret 2022 sebanyak 745 dengan tren grafik terlihat pada Gambar 2 dan 3. Terdapat 7 variabel dalam dataset ini dengan masing-masing penjelasan terdapat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Parameter Data Penelitian

Parameter	Deskripsi
<i>Date</i>	Tanggal transaksi saham (per hari)
<i>Open</i>	Harga pembukaan saham di hari tersebut
<i>High</i>	Harga tertinggi saham di hari tersebut
<i>Low</i>	Harga terendah saham di hari tersebut
<i>Close</i>	Harga penutupan saham di hari tersebut
<i>Volume</i>	Jumlah saham yang diperdagangkan di hari tersebut
<i>Adjusted Close</i>	Harga penutupan saham yang disesuaikan di hari tersebut



**Gambar 2.** Grafik Data Saham Tencent Holdings Limited.



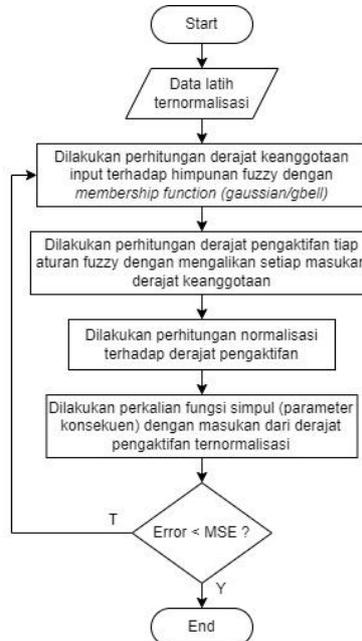
**Gambar 3.** Grafik Data Saham Take-Two Interactive Software, Inc.

## 2.2. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS merupakan arsitektur yang secara fungsional sama dengan logika fuzzy dan juga sama dengan jaringan syaraf tiruan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu [6]. ANFIS merupakan penggabungan dua metode yaitu antara Logika Fuzzy dan Jaringan Saraf Tiruan. Jaringan Saraf Tiruan adalah struktur jaringan di mana keseluruhan perilaku input-output ditentukan oleh serangkaian parameter yang dimodifikasi. Sedangkan sistem logika fuzzy bersifat adaptif, berarti bahwa sistem fuzzy dapat disesuaikan dengan kondisi sesuai. Logika fuzzy memiliki kelebihan dalam memodelkan aspek kualitatif dari pengetahuan manusia dan proses pengambilan keputusan dengan menerapkan basis aturan (*rules*). Sistem inferensi fuzzy dapat dilatih dengan metode propagasi balik berdasarkan pasangan data *input-output* menggunakan arsitektur jaringan saraf [3]. Kombinasi sistem inferensi fuzzy dengan jaringan saraf ini disebut dengan neuro-fuzzy.

Efektifitas dari ANFIS dengan penggabungan dua metode logika fuzzy dan jaringan saraf tiruan telah diuji oleh banyak penelitian seperti memodelkan dua dimensi fungsi *sinc*, memodelkan fungsi tiga input linear yang digunakan sebagai permasalahan *benchmark* untuk pendekatan fuzzy, menjelaskan bagaimana cara mengidentifikasi komponen non-linear dalam sebuah kontrol sistem yang *online*, hingga melakukan prediksi data *time series* dan hasilnya telah dibandingkan secara ekstensif dengan

pendekatan *connectionist* dan metode statistik konvensional [2]. ANFIS memiliki lima tahapan yang direpresentasikan pada layer di strukturnya yang dibangun menyerupai struktur jaringan saraf tiruan dengan fungsi logika fuzzy yang bergantung pada model fuzzy yang digunakan seperti Sugeno, Tsukasamoto, atau Mamdani. Input yang diproses pada ANFIS akan difuzzifikasi terlebih dahulu pada *layer* pertama dengan menggunakan *membership function*. Terdapat banyak tipe *membership function*, beberapa yang populer diantaranya adalah tipe triangular, *trapezoidal*, *gaussian*, dan *generalized bell*. Adapun flowchart metode ANFIS ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Flowchart Metode ANFIS

Berikut langkah-langkah yang ada pada metode ANFIS:

1). Semua simpul di *layer* pertama adalah simpul adaptif (parameter dapat berubah) dengan fungsi simpul:

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x), \quad \text{untuk } i = 1, 2 \quad (1)$$

Dengan  $x$  dan  $y$  adalah masukan pada simpul  $i$ . Sedangkan  $A_i$  adalah *membership function* dari masing-masing simpul. Simpul  $O_{1,i}$  menyatakan derajat keanggotaan setiap masukan terhadap himpunan fuzzy  $A$  dan  $B$ . *Membership function* yang digunakan pada penelitian ini adalah *gaussian* dan *generalized bell*.

2). Semua simpul di *layer* kedua adalah simpul non adaptif (parameter tetap). Luaran dari simpul ini adalah hasil perkalian dari setiap sinyal masukan yang datang dari *layer* 1 dengan fungsi perkalian:

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \cdot \mu_{B_i}(y), \quad i = 1, 2. \quad (2)$$

Setiap luaran dari simpul ini menyatakan derajat pengaktifan (*firing strength*) tiap aturan fuzzy. Banyaknya simpul pada *layer* ini menunjukkan banyaknya aturan yang dibentuk. Fungsi perkalian yang digunakan adalah interpretasi dari operator AND.

3). Semua simpul di *layer* ketiga adalah simpul non adaptif (parameter tetap) yang memiliki luaran fungsi derajat pengaktifan (*firing strength*) ternormalisasi yaitu rasio luaran simpul ke- $i$  pada *layer* sebelumnya, dengan bentuk simpul:

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i = 1, 2. \quad (3)$$

Apabila dibentuk lebih dari 2 aturan, maka fungsi dapat diperluas dengan membagi  $w_i$  dengan jumlah total  $w$  untuk seluruh aturan.

4). Semua simpul di *layer* keempat adalah simpul adaptif (parameter dapat berubah) dengan fungsi simpul:

$$O_{4,i} = f_i = \bar{w}_i \bar{a}_i z_i, \quad i = 1, 2. \quad (4)$$

Dengan parameter konsekuen  $a_i$  dan  $z_i$  masing-masing sebagai area dan pusat dari *membership function* konsekuen.

5). Semua simpul di *layer* kelima memiliki fungsi untuk menjumlahkan semua masukan yang datang dari *layer* keempat dengan fungsi simpul:

$$O_{5,i} = \sum f_i = \sum \bar{w}_i \bar{a}_i z_i, \quad i = 1, 2. \quad (5)$$

### 2.3. Mean Squared Error (MSE)

MSE merupakan salah satu metode untuk mencari rata-rata kesalahan kuadrat di antara nilai hasil prediksi dengan nilai aktual. MSE umumnya digunakan untuk mengecek estimasi *error* pada kasus prediksi. Semakin mendekati nilai nol, nilai MSE semakin baik karena menunjukkan bahwa hasil prediksi sesuai dengan data aktual dan model yang dibangun dapat memprediksi dengan baik (Das, Jiang and Rao, 2004). Nilai MSE dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (At - Ft)^2}{n} \quad (6)$$

Keterangan:

- 1) At = Nilai aktual
- 2) Ft = Nilai hasil prediksi
- 3) n = Banyaknya data

### 2.4. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan indikator persentase kesalahan antara data aktual dengan data peramalan. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan 2.6.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \quad (7)$$

Keterangan:

- 1)  $Y_t$  = nilai aktual pada periode t
- 2)  $\hat{Y}_t$  = nilai prediksi pada periode t

Model peramalan akan sangat baik bila menghasilkan nilai MAPE yang kurang dari 10% dan akan bernilai buruk bila berada diatas 50% [7]. Kriteria nilai MAPE ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. Kriteria Nilai MAPE [8]**

Nilai MAPE	Kriteria
< 10%	Sangat Baik
10-20%	Baik
20-50%	Cukup
> 50%	Buruk

## 3. Hasil dan pembahasan

### 3.1. Analisa Data

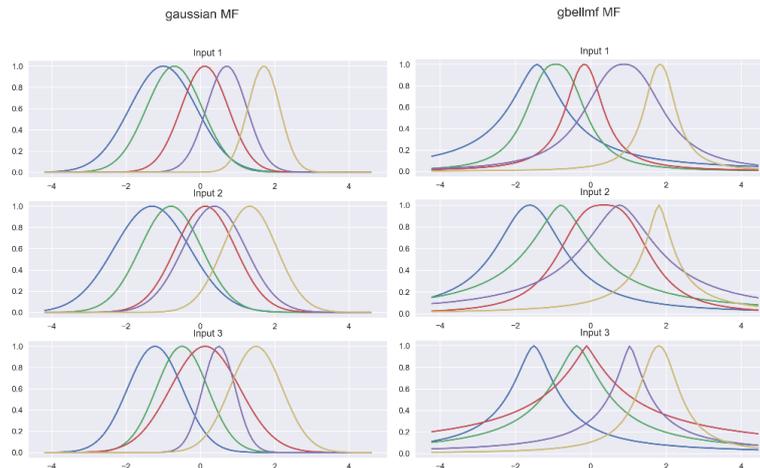
Pada penelitian ini digunakan data *time series* dalam kurun waktu kurang lebih 3 tahun dari tanggal 1 Februari 2019 hingga 1 Maret 2022 untuk masing-masing perusahaan Tencent Holdings Limited dan Take-Two Interactive Software, Inc. Setiap data saham dari masing-masing perusahaan memiliki 745 data. Dapat dilihat bahwa tren dari kedua kurva di atas mengalami peningkatan selama 3 tahun terakhir. Parameter yang akan digunakan pada data training adalah harga bukaan (open), harga terendah (low), dan harga penutupan (close) saham serta keluaran prediksi yang dihasilkan adalah harga tertinggi (high) saham. Data dari parameter yang digunakan akan dilakukan normalisasi terlebih dahulu. Dari 775 data tersebut selanjutnya dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Data training: data yang akan dilatih oleh model ANFIS berjumlah 70% atau 512 data.
- b. Data testing: data yang akan diuji dengan metode uji MAPE berjumlah 30% atau 232 data.

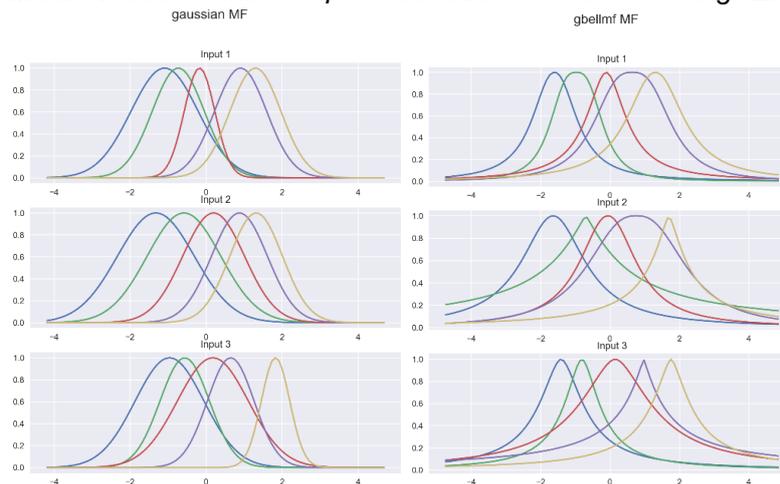
### 3.2. Permodelan ANFIS

#### 3.2.1 Fuzzifikasi dan Set *Membership Function* untuk Penentuan Harga Saham

Pada *layer* pertama ANFIS didapatkan kurva dari masing-masing *membership function* pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut.



**Gambar 5.** Kurva membership function ANFIS Tencent Holdings Limited



**Gambar 6.** Kurva membership function ANFIS Take-Two Interactive Software, Inc.

Sumbu x pada kurva di atas menunjukkan jarak dari masing – masing tipe *membership function*, sedangkan sumbu y menunjukkan nilai *membership function*. Terlihat bahwa terdapat lima line dengan warna dan representasi dari setiap nilai *membership function* yaitu biru untuk sangat rendah, *orange* untuk rendah, merah untuk normal, ungu untuk tinggi, kuning untuk sangat tinggi. Pada Gambar 5 kurva *gbell* memiliki lebar pada titik tengah (a) pada line merah (normal) yang terlihat seperti bentuk kerucut pada input 3 (harga penutupan saham) tidak merepresentasikan bentuk lonceng *gbell* dengan baik, sedangkan kurva *gaussian* mampu merepresentasikan bentuk lonceng dengan lebih baik dengan lebar atau sigma tidak beda jauh antar nilai *membership function*. Sebaliknya pada Gambar 6 kurva *gbell* dan kurva *gaussian* dapat merepresentasikan bentuk lonceng dengan baik dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan.

### 3.2.2. Rule Evaluation Fuzzifikasi untuk Penentuan Harga Saham

Pada *layer* kedua digunakan aturan IF ... THEN ... dengan penghubung AND sebagai *rule evaluation*. Terdapat 125 *rules* pada penelitian ini karena masing-masing input yaitu harga bukaan (open), harga terendah (low), dan harga penutupan (close) memiliki 5 fuzzy value sehingga aturan menjadi  $5^3$ . Adapun penjabaran *rules* tersebut disajikan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Rules penentuan harga tertinggi saham

No.	Rules
1	IF (open is very low) AND (low is very low) AND (close is very low ) THEN (high is very low)
2	IF (open is very low) AND (low is very low) AND (close is low ) THEN (high is low)
3	IF (open is very low) AND (low is very low) AND (close is normal ) THEN (high is normal)
4	IF (open is very low) AND (low is very low) AND (close is high ) THEN (high is high)
...	
122	IF (open is very high) AND (low is very high) AND (close is low ) THEN (high is low)
123	IF (open is very high) AND (low is very high) AND (close is normal ) THEN (high is normal)

124	IF (open is very high) AND (low is very high) AND (close is high ) THEN (high is high)
125	IF (open is very high) AND (low is very high) AND (close is very high ) THEN (high is very high)

### 3.2.3. Training ANFIS

Dengan menggunakan model ANFIS yang telah dibangun, akan dibandingkan *performance* dari dua *membership function* yaitu *gaussian* dengan *gbell* pada ANFIS memprediksi harga tertinggi saham dari Tencent Holdings Limited dan Take-Two Interactive Software, Inc.

**Tabel 4.** Training model ANFIS Tencent Holdings Limited

Iterasi ke-	<i>gaussian</i>		<i>gbell</i>	
	loss	val_loss	loss	val_loss
1	0.024707066	0.001807548	0.010431395	0.001716427
...				
<b>2057</b>	4.15E-05	4.63E-05	<b>3.93E-05</b>	0.000163461
2058	3.72E-05	4.30E-05	4.79E-05	2.29E-05
...				
<b>2950</b>	<b>3.32E-05</b>	4.95E-05	4.60E-05	2.25E-05
2951	4.12E-05	6.34E-05	4.58E-05	2.55E-05
...				
5000	4.04E-05	6.45E-05	4.41E-05	3.14E-05
<b>Rata-rata Error</b>	<b>4.5326E-05</b>	<b>5.1539E-05</b>	<b>4.87034E-05</b>	<b>3.08903E-05</b>

Dilihat pada proses training ANFIS pada Tabel 4 dengan dua *membership function* dari data saham Tencent Holdings Limited, dapat diketahui bahwa struktur ANFIS yang dibangun dapat digunakan untuk memprediksi harga tertinggi (*high*) saham. Hal ini karena hasil error atau loss yang didapatkan setelah 5000 epoch di bawah toleransi  $10^{-5}$ . Dapat diketahui juga bahwa *membership function gaussian* lebih baik dibandingkan *membership function gbell*. Hal ini karena *average training error* dengan tipe *gaussian* lebih rendah yaitu sebesar 4.5326E-05 dibandingkan tipe *gbell* sebesar 4.87034E-05.

**Tabel 5.** Training model ANFIS Take-Two Interactive Software, Inc

Iterasi ke-	<i>gaussian</i>		<i>gbell</i>	
	loss	val_loss	loss	val_loss
1	0.002878178	0.00090732	0.065913163	0.001820721
...				
<b>4338</b>	<b>9.68E-05</b>	0.000123259	0.000101379	0.000117335
4339	0.000106599	0.000115294	0.000104057	0.000108402
...				
<b>4985</b>	0.000105062	0.00010888	<b>9.41E-05</b>	0.000133573
4986	0.000105024	9.89E-05	0.000102787	0.000101113
...				
5000	0.000101365	0.000140406	9.98E-05	0.000119895
<b>Rata-rata Error</b>	<b>0.000117181</b>	<b>0.000112768</b>	<b>0.000107349</b>	<b>0.000120323</b>

Sedangkan hasil *training* ANFIS dari data Take-Two Interactive Software, Inc. pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa model menghasilkan *average error* yang lebih besar yaitu sebesar 0.000117181 dengan menggunakan *membership function gaussian* dibandingkan dengan *average error* sebesar 0.000107349 menggunakan *membership function gbell*. Hal ini berarti bahwa *membership function gbell* dapat memprediksi harga saham pada perusahaan Take-Two Interactive Software, Inc. dengan lebih baik dibandingkan *membership function gaussian*. Dilihat dari tabel 5 di atas, diketahui juga bahwa hasil training menggunakan *membership function gbell* memiliki *error* minimum sebesar 9.67674E-05 pada iterasi ke 4338. Ini juga menunjukkan bahwa model ANFIS dapat memprediksi harga tertinggi saham karena error menyentuh toleransi  $10^{-5}$  dengan jumlah iterasi maksimum hingga 5000.

### 3.3. Hasil Analisa

Untuk mengukur kinerja dari model ANFIS yang telah dibangun untuk memprediksi harga tertinggi saham, maka diperlukan testing. Testing dilakukan dengan membandingkan data *testing* dengan hasil prediksi harga tertinggi saham berjumlah 232 data. Hasil prediksi keseluruhan data testing Tencent Holdings Limited dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** *Testing data Tencent Holdings Limited*

Data Testing	Harga Aktual	gaussian		gbell	
		Prediksi	Error	Aktual	Error
1	76.75	78.23654	<b>1.48654</b>	78.28708	1.53708
2	76.790001	76.18868	0.601321	76.34705	<b>0.442951</b>
3	76.769997	75.62179	1.148207	75.88286	<b>0.887137</b>
4	76.110001	76.62867	<b>0.518669</b>	76.77756	0.667559
...					
229	50.5	49.678722	0.821278	49.730736	<b>0.769264</b>
230	50.16	50.455944	<b>0.295944</b>	50.49502	0.33502
231	48.43	49.65043	<b>1.22043</b>	49.71058	1.28058
232	47.700001	48.26065	<b>0.560649</b>	48.332005	0.632004

Pada prediksi harga tertinggi saham Tencent Holdings Limited dengan kedua tipe *membership function* dapat dilihat bahwa error yang terjadi tidak begitu signifikan. Namun terdapat perbedaan *error* seperti pada prediksi data harga tertinggi saham ke 230 hingga 232 antara *membership function* tipe *gaussian* dan tipe *Gbell* dapat dilihat bahwa tipe *gaussian* memiliki error yang lebih kecil dibandingkan tipe *Gbell*. Hal ini ditunjukkan dari perbedaan error seperti pada data ke 232 sebesar 0.560649 untuk tipe *gaussian* dan 0.632004 untuk tipe *gbell*.

**Tabel 7.** *Testing data Take-Two Interactive Software, Inc*

Data Testing	Harga Aktual	gaussian MF		Gbell MF	
		Prediksi	Error	Aktual	Error
1	171.429993	168.87624	2.553753	168.79947	2.630523
2	169.25	168.17776	1.07224	168.18433	<b>1.06567</b>
3	167.479996	165.56448	1.915516	165.82451	<b>1.655486</b>
4	165.490005	164.2888	1.201205	164.38129	<b>1.108715</b>
...					
229	155.839996	150.2841	5.555896	150.86278	<b>4.977216</b>
230	157.089996	150.62344	6.466556	151.78915	<b>5.300846</b>
231	152	150.88594	1.11406	151.31923	<b>0.68077</b>
232	147.899994	147.17052	0.729474	147.35936	<b>0.540634</b>

Sedangkan pada hasil prediksi dengan data Take-Two Interactive Software, Inc dapat dilihat pada Tabel 7. Error hasil prediksi dengan *membership function gaussian* dan *membership function gbell* menunjukkan bahwa *error* yang terjadi tidak begitu signifikan dan relatif kecil. Namun terdapat pula perbedaan *error* seperti pada prediksi 5 data harga tertinggi saham terakhir, dapat dilihat bahwa tipe *gbell* memiliki error yang lebih kecil dibandingkan tipe *gaussian*. Hal ini ditunjukkan pada data ke 232 dari perbedaan jumlah *error* 0.540634 untuk tipe *gbell* dan 0.729474 untuk tipe *gaussian*. Dari kedua hasil prediksi harga tertinggi saham di perusahaan Tencent Holdings Limited dan Take-Two Interactive Software, Inc., diperoleh perhitungan untuk nilai uji error MAPE sebagai berikut.

**Tabel 8.** *Uji MAPE hasil prediksi model ANFIS*

Data	Nilai Uji MAPE	
	Tipe gaussian MF	Tipe Gbell/MF
Tencent Holdings Limited	0.02129 (2.13%)	0.02151 (2.15%)
Take-Two Interactive Software, Inc.	0.02276 (2.28%)	0.02196 (2.2%)

Dilihat pada tabel di atas, maka dapat ditunjukkan bahwa akurasi model ANFIS untuk data Tencent Holdings Limited lebih baik menggunakan *membership function* tipe *gaussian* dengan tingkat akurasi sebesar 97.87% sedangkan akurasi model ANFIS untuk data Take-Two Interactive Software, Inc. lebih baik menggunakan *membership function* tipe *gbell* dengan tingkat akurasi sebesar 97.8%.

#### 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini dilakukan prediksi harga tertinggi saham berdasarkan data dari perusahaan Tencent Holdings Limited dan perusahaan Take-Two Interactive Software, Inc sebanyak 745 data histori saham yang diperoleh dari situs Yahoo Finance menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Pada model ANFIS yang dibangun digunakan dua *membership function* yaitu tipe *gaussian* dan *gbell*. Pengukuran kinerja metode CART penelitian ini menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dari penelitian ini diperoleh bahwa kinerja dari model ANFIS dengan tipe *gaussian* lebih baik dibandingkan tipe *gbell* dengan tingkat akurasi 97.87% untuk memprediksi harga tertinggi saham Tencent Holdings Limited, sedangkan tipe *gbell* memiliki tingkat akurasi sebesar 97.8% yang lebih baik dibandingkan tipe *gaussian* untuk memprediksi harga tertinggi saham Take-Two Interactive Software, Inc. Terlihat bahwa tipe *gaussian* dapat menghasilkan keputusan yang lebih tepat untuk prediksi harga tertinggi saham perusahaan Tencent Holdings Limited dan tipe *gbell* menghasilkan keputusan yang lebih tepat untuk prediksi harga tertinggi saham perusahaan Take-Two Interactive Software, Inc.

**Referensi**

- [1] S. Sitohang and V. Karnadi, "Prediksi Harga Saham Menggunakan Generalize Fuzzy Inference System ( GENFIS3 )," no. September, 2020.
- [2] J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, and E. Mizutani, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*. United States of America: Prentice-Hall, Inc., 1997.
- [3] M. A. Raharja, I. D. M. B. A. Darmawan, D. P. E. Nilakusumawati, and I. W. Supriana, "Analysis of membership function in implementation of adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) method for inflation prediction," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1722, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1722/1/012005.
- [4] Y. Tan, C. Shuai, L. Jiao, and L. Shen, "An adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) approach for measuring country sustainability performance," *Environ. Impact Assess. Rev.*, vol. 65, no. October 2016, pp. 29–40, 2017, doi: 10.1016/j.eiar.2017.04.004.
- [5] A. Hartanti, "Peramalan Harga Saham Pada Lima Emiten Terbaik Versi Forbes Tahun 2012 Menggunakan Fuzzy Model," 2014.
- [6] M. I. Azhar and W. F. Mahmudy, "Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( ANFIS )," vol. 2, no. 11, 2018.
- [7] P. C. Chang, Y. W. Wang, and C. H. Liu, "The development of a weighted evolving fuzzy neural network for PCB sales forecasting," *Expert Syst. Appl.*, vol. 32, no. 1, pp. 86–96, 2007, doi: 10.1016/j.eswa.2005.11.021.
- [8] I. M. Satriawan, I. M. Mataram, and A. A. N. Amrita, "Peramalan beban listrik jangka pendek menggunakan metode ANFIS di Gardu Induk Nusa Dua Bali," *Spektrum*, vol. 7, no. 1, pp. 83–89, 2020.
- [9] O. Noureldeen, "Design of robust intelligent protection technique for large -scale grid-connected wind farm," 2018.
- [10] M. Lutfi, "Prediksi Harga Terendah Dan Harga Tertinggi Dengan Menggunakan Metode Anfis Untuk Analisa Teknikal Pada Forex Market," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 1, no. 3, pp. 261–268, 2019, doi: 10.35746/jtim.v1i3.40.