

# Peramalan Harga Emas Harian dengan Model Hibrida *Double Exponensial Smoothing Holt's* dan Jaringan Syaraf Tiruan

Mohamad As'ad, Sujito dan Sigit Setyowibowo

Program Studi Teknologi Informasi, STMIK Pradnya Paramita Malang  
Jl. LA Sucipto No. 249A Malang

E-mail : asad@stimata.ac.id, sujito@stimata.ac.id, sigit@stimata.ac.id

## Abstrak

Emas merupakan logam mulia yang banyak fungsinya. Emas sebagai bentuk investasi berjangka banyak dilakukan di lembaga-lembaga keuangan seperti: Pegadaian, bank Mandiri Syari'ah dan juga BNI Syari'ah. Tidak hanya di lembaga keuangan tersebut diatas, di toko online seperti Bukalapak, Tokopedia, Lazada juga melakukan jual beli emas. Selain toko online tersebut banyak toko offline di setiap kota di Indonesia ini juga jualan emas perhiasan ataupun juga emas batangan. Dari hal tersebut diatas, perlu diketahui bahwa perkiraan harga emas harian untuk bertransaksi bagi masyarakat yang ingin berinvestasi atau juga ingin menjual emas yang dimiliki sangat penting dan hal ini merupakan tujuan dari penelitian ini. Banyak metode peramalan yang bisa digunakan untuk meramalkan harga emas harian, tetapi penelitian ini menggunakan model hibrida *double exponensial smoothing Holt's* dan jaringan syaraf tiruan (DESH-JST) karena metode ini sesuai dengan kondisi data harga emas harian. Data sekunder harga emas harian di unduh dari: investing.com. Data yang digunakan untuk rentang waktu 2 November 2018 sampai dengan 2 November 2019 yang berarti terdapat 287 data. Penelitian ini dilakukan di laboratorium komputer kampus STMIK Pradnya Paramita Malang. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan R package statistics. Hasil dari penelitian ini diperoleh untuk model DESH nilai parameter  $\alpha$  sebesar 0.8566 dan  $\beta$  sebesar  $1e-04$ . Untuk model JST-nya digunakan model neural network autoregressive (NNAR) dengan hasil akhir model NNAR(15,12). Model JST ini berarti mempunyai arsitektur jaringan data input berupa residual dengan lag-1 sampai dengan lag-15 dengan 12 neuron single layer, menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Hasil peramalan dengan model hibrida DESH-JST mempunyai akurasi peramalan RMSE sebesar 0.9845204, MASE sebesar 0.9692805 dan MAPE sebesar 0.0005179602.

**Kata Kunci** : Peramalan harga emas harian, *double exponensial smoothing Holt's* (DESH), jaringan syaraf tiruan (JST), hibrida DESH-JST.

## Pendahuluan

Emas merupakan logam mulia yang banyak fungsinya. Secara umum emas dipakai sebagai perhiasan oleh kaum wanita dan juga beberapa kaum laki-laki yang suka beratribut dengan emas. Selain sebagai perhiasan, emas juga dapat dipakai sebagai investasi baik jangka panjang maupun jangka pendek. Emas juga dipakai sebagai standard dalam perhitungan zakat mal ketika harta yang mau dizakati kesulitan dalam

menentukan nisobnya yaitu syarat terhadap jumlah dan waktu untuk mengeluarkan zakat. Dari uraian diatas, emas merupakan logam mulia yang banyak fungsinya, bahkan menjadikan simbol banyak kejuaraan bahwa emas adalah simbol juara satu.

Emas sebagai bentuk investasi berjangka banyak dilakukan di lembaga-lembaga keuangan seperti Pegadaian, bank Syari'ah. Investasi di pegadaian ini tidak hanya gadai emas tetapi banyak variannya seperti investasi

emas batangan bersertifikat internasional dengan unit 5 gram, 25 gram, 50 gram, 100 gram, 250 gram dan 1.000 gram dengan sistem pembelian angsuran sesuai kesepakatan pihak pedagang dan customernya [1].

Investasi emas di bank Syariah Mandiri berupa gadai emas dan membeli emas dengan cara mencicil dengan jangka waktu tertentu. Pembelian emas terkecil seberat 10 gram dan terbanyak sesuai dengan kesepakatan. Emas yang diinvestasikan berupa emas lantakan atau batangan[2]. Di bank BRI Syariah juga ada investasi emas berupa kepemilikan emas dengan cara mencicil minimum Rp. 5000,- perhari[3]. Di bank BNI Syariah tidak tampak program investasi emas tersebut.

Tidak hanya di lembaga keuangan tersebut diatas, di toko online seperti bukalapak, tokopedia, lazada juga melakukan jual beli emas baik berupa emas lantakan atau batangan ataupun emas perhiasan. Selain toko online tersebut banyak toko offline di setiap kota di Indonesia ini juga jualan emas perhiasan dan juga beberapa yang jualan emas batangan atau lantakan. Masyarakat banyak yang suka berhias dengan emas sambil berinvestasi secara tidak langsung. Argument tentang investasi emas berupa lantakan dan emas perhiasan diantaranya adalah: emas terjangkau semua kalangan, likuiditas (mudah diuangkan), bebas administrasi dan pajak, tahan lama (tidak mudah rusak), termasuk barang bergerak (mudah dipindahkan), beresiko rendah, aman dan juga lambang kebanggaan dan keindahan. Bagian terpenting dari sebuah investasi adalah bagaimana melakukan likuidasi dari investasi tersebut bisa beruntung, sehingga perlu adanya prediksi harga emas harian yang akan datang dan kapan waktu yang tepat untuk melakukan likuidasi tersebut.

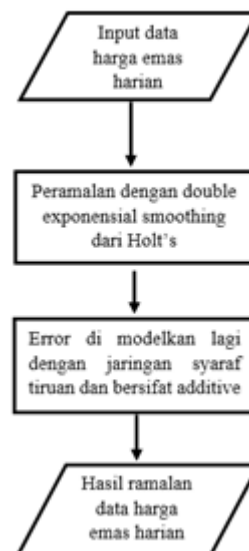
Dari pentingnya permasalahan diatas, yaitu prediksi harga emas harian yang akan datang, maka pada penelitian ini menggunakan model double exponensial smoothing dari Holt's dan model jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi harga emas harian. Model ini digunakan karena harga emas harian selalu naik untuk periode yang akan datang dan apabila ada penurunan harga biasanya hanya fluktuasi saja dan pada akhirnya akan naik lagi, sehingga berpotensi terjadinya adanya trend atau data tidak stasioner. Jika keadaan data demikian model yang tepat adalah double expo-

nensial smoothing dari Holt's. Kesalahan peramalan pada model *double exponensial smoothing* dari Holt's (error\_1) di modelkan lagi dengan jaringan syaraf tiruan model neurak network autoregresion, hal ini dilakukan karena data error\_1 sudah tidak mengandung trend atau sudah stasioner. Model yang terjadi biasanya linear auto regression dan akan di modelkan dengan jaringan syaraf tiruan. Dengan menerapkan model kombinasi atau model hibrida ini kesalahan peramalan yang terjadi menjadi lebih kecil dan peramalan semakin akurat. Pada penelitian ini juga akan disajikan akurasi hasil peramalan menggunakan *double exponensial smoothing* dari Holt's dan model hibridanya.

## Metode Penelitian

### Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep untuk penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Kerangka Konsep Penelitian

Dari kerangka konsep penelitian ini pada gambar 1, dapat dijelaskan sebagai berikut : Input berupa data emas harian di Indonesia. Kotak proses berupa black box model peramalan hibrida *double exponensial smoothing* dari Holt's dan model jaringan syaraf tiruan untuk proses time series. Hasil output berupa

hasil peramalan data emas harian untuk periode yang akan datang.

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2)$$

### Data Harga Emas Harian

Data pada penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data harga emas harian yang di dapat dari website <https://id.investing.com/-/commodities/gold-historical-data>[4]. Data yang diolah yaitu data harga emas harian dari tanggal 2 November 2018 sampai dengan 2 November 2019 yang berarti terdapat 287 data. Data harga emas harian berupa dollar Amerika (\$USD) per troy ons (satu troy ons seberat 31,1034768 gram) [5].

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (3)$$

$$\hat{Y}_{t+p} = A_t + T_t P \quad (4)$$

$Y_t$  adalah data aktual periode ke  $t$ ,  $A_t$  adalah nilai pemulusan eksponensial, adalah konstanta pemulusan bukan trend,  $\beta$  konstanta pemulusan untuk estimasi trend,  $T_t$  estimasi trend,  $\hat{Y}$  nilai ramalan periode akan datang dan  $p$  adalah jumlah periode yang diramalkan [6].

### Tahap Penelitian

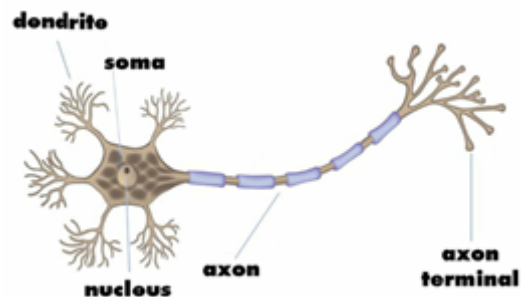
Tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian peramalan harga emas harian dengan model hibrida *additive double exponential smoothing holt's* dan jaringan syaraf tiruan dengan bantuan software R package statistics adalah berikut ini.

### Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan syaraf tiruan yang digunakan pada penelitian ini adalah meniru jaringan syaraf yang sesungguhnya pada manusia dan dapat dilihat pada Gambar 2.

### Stasioneritas Data

Untuk menguji stasioneritas data digunakan uji Dicky Fuller test. Jika ada trend atau data tidak stasioner, maka digunakan model *double exponential smoothing Holt's*. Jika tidak ada trend digunakan model eksponensial tunggal. Uji Dicky Fuller mempunyai  $H_0$  dan  $H_1$  sebagai berikut :



Gambar 2: Struktur dasar jaringan syaraf manusia [7]

$H_0 : \phi = 0$  (terdapat unit root, data tidak stasioner)

$H_1 : \phi \neq 0$  (tak terdapat unit root, data stasioner)

Statistik ujinya adalah sebagai berikut:

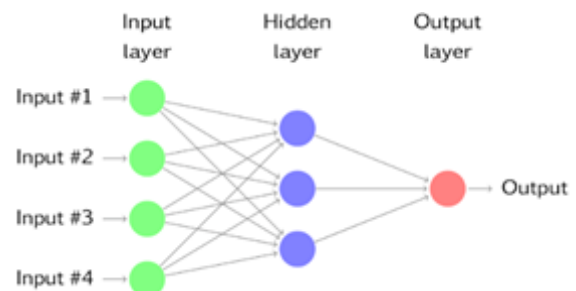
$$ADF_t = \frac{\phi - 1}{SE(\phi)} \quad (1)$$

### Model Double Exponential Smoothing Holt's (DESH)

Pada identifikasi model ini dilakukan plotting data harga emas harian untuk mengetahui ada faktor trend atau ada faktor musiman. Untuk selanjutnya dilakukan juga uji Dicky Fuller test. Jika ada trend, maka digunakan model *double exponential smoothing* untuk meramalkan harga emas harian.

Model peramalan *double exponential smoothing Holt's* adalah sebagai berikut :

Pada penelitian ini menggunakan model JST single layer. Model arsitektur JST single layer disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3: JST dengan 4 input 1 hidden layer dan 3 neuron [8].

Gambar 3 adalah arsitektur jaringan single layer feed-forward network, yang mana setiap titik pada layer menerima input dari layer sebelumnya [8].

### Model Backpropagation

Backpropagation adalah metode supervised learning (pembelajaran terawasi) yang paling sering digunakan dalam membangun sistem jaringan syaraf tiruan. Model backpropagation ini cukup baik karena model ini merupakan model yang mampu mengenali pola yang cukup kompleks. Proses pembelajaran dengan backpropagation ini meliputi tiga step yaitu feed-forward (umpan maju) dari pola input, penghitungan error dan penyesuaian bobot-bobot. Pada model backpropagation ini, input setiap node adalah kombinasi linier terboboti. Hasil ini kemudian dimodifikasi oleh fungsi nonlinier berupa hasil output dari jaringan syaraf tiruan. Fungsi untuk mengkombinasikan secara linier bisa ditulis sebagai berikut :

$$z_j = b_j + \sum_{i=1}^4 w_{i,j}x_i \quad (5)$$

$z_j$  merupakan fungsi jumlahan unit bias ke j pada hidden layer,  $b_j$  adalah pembobot pada unit bias ke j,  $w_{i,j}$  adalah pembobot pada lapisan ke i bias ke j,  $x_i$  adalah input jaringan ke i.

Fungsi aktifasinya merupakan fungsi sigmoid biner yang nonlinier ditulis sebagai :

$$s(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (6)$$

Persamaan 6 ini merupakan fungsi dari persamaan 4 ( $z_j$ ), dan merupakan bagian dari fungsi aktivasi backpropagation untuk model jaringan single layer[8].

### Neural Network Autoregression (NNAR)

Neural Network Autoregression atau yang disingkat NNAR pada software R di perkenalkan oleh Hyndman dan Athanasopoulos di tahun 2018 pada package “forecast” dengan function nnetar. Model NNAR ini adalah model jaringan syaraf tiruan kusus untuk peramalan data runtut waktu. Model NNAR ini kusus untuk jaringan feed-forward pada single hidden-layer dan dinotasikan dengan NNAR(p,k). p

menunjukkan lag-p sebagai input dan k sebagai notes pada hidden layer. Neural Network Autoregression ini memakai single hidden layer yang tampak seperti pada gambar 3 diatas dan mempergunakan fungsi nonlinier seperti pada persamaan 4 untuk memberikan bobot dan menghasilkan output dari jaringan syaraf tiruan. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu fungsi aktivasi sigmoid pada persamaan 5 diatas. Untuk merunning program R package pada penelitian ini digunakan fungsi nnetar[8].

### Model Diusulkan: Hibrida Double Exponential Smoothing Holt's - Jaringan Syaraf Tiruan

Model hibrida adalah model perpaduan antara dua model atau lebih untuk membentuk model baru. Diharapkan model baru ini lebih baik dari model yang sebelum digabungkan. Model hibrida *double exponential smoothing holt's* dan jaringan syaraf tiruan adalah model perpaduan antara model *double exponential smoothing holt's* dan model jaringan syaraf tiruan dengan model additive. Model ini dapat dituliskan sebagai :

$$\hat{Z}_{t+p} = \hat{Y}_{t+p} + f(x + w) \quad (7)$$

$\hat{Z}_{t+p}$  adalah peramalan model hibrida *additive double exponential smoothing Holt's* dan jaringan syaraf tiruan,  $\hat{Y}_{t+p}$  adalah model *double exponential smoothing Holt's* dan  $f(x+w)$  adalah model jaringan syaraf tiruan.

### Ukuran Ketepatan Peramalan

Untuk mengetahui ketepatan peramalan akan diukur dengan beberapa ukuran diantaranya adalah MASE (mean absolute square error), MAPE(mean absolute percentage error) dan RMSE (root mean square error). Rumus dari ketiga ukuran tersebut sebagai berikut [9]:

$$MASE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|^2}{n} \quad (8)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right| \quad (9)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \quad (10)$$

## Hasil dan Pembahasan

Plot data runtut waktu untuk data harga emas harian disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4: Plot time series data harga emas harian..

Dari Gambar 4 tampaknya terjadi kenaikan harga emas harian berdasarkan periode atau tampak ada trend positif. Untuk meyakinkan hal tersebut dilakukan uji stasioneritas dengan Dicky Fuller test. Hasil uji DF-test sebesar -1.8357 dengan nilai-p-value sebesar 0,6454 yang lebih besar dari 0,05 ( $\alpha$ ), dengan kesimpulan data tidak stasioner (terima  $H_0$ ). Selanjutnya model peramalan yang cocok digunakan adalah model *double exponential smoothing Holt's*.

### Peramalan dengan Model Double Exponential Smoothing Holt's

Membangun model peramalan dengan model *double exponential smoothing Holt's* dilakukan bila data tidak stasioner. Pada model ini ada dua parameter penghalusan yaitu  $\alpha$  dan  $\beta$ . Parameter  $\alpha$  merupakan parameter penghalusan bukan trend, sedangkan  $\beta$  merupakan parameter untuk trend. Nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  berkisar antara 0 dan 1. Nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  dapat diberikan (disetting) nilainya, tetapi jika tidak diberikan R package melakukan perhitungan dengan melihat nilai AIC (Akaike Information Creterion) dan BIC (Bayesian Information Creterion) yang minimum untuk mendapatkan nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  yang optimum [10]. Tabel 1 adalah hasil running R package untuk model *double exponenstial smoothing Holt's*.

Tabel 1: Nilai parameter pada model DESH

$\alpha$	$\beta$	AIC	BIC
0.8566	1e-04	3035.495	3053.793
RMSE	MAPE	MASE	
11.48631	0.5940325	0.9943106	

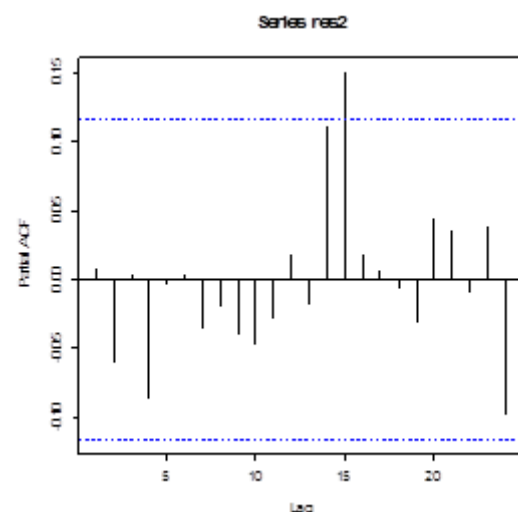
Nilai parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  pada tabel 1 diatas akan digunakan untuk meramalkan nilai harga emas harian yang selanjutnya akan ditambahkan pada pemodelan JST sehingga didapat nilai hasil peramalan model hibrida aditive DESH dan JST.

### Peramalan dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Membangun jaringan syaraf tiruan dengan model NNAR dari data residual antara harga emas harian dengan peramalan model *double exponensial smoothing* harus diidentifikasi melalui tahap-tahap berikut :

#### a. Penentuan input jaringan

Identifikasi input jaringan dengan melakukan plot partial autocorelation (PACF) terhadap data residual, apakah data berautokorelasi dengan data sebelumnya dengan lag-lag tertentu[9]. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5: Plot PACF data residual

Tampak bahwa terdapat proses autoregressive pada lag 15. Ini berarti inputnya mengandung autoregressive sampai lag 15. Untuk

mengetahui input jaringan sampai pada lag 15, diujikan pada proses training dan testing.

**b. Data Training**

Untuk membangun jaringan syaraf tiruan yang baik perlu dilakukan training atau pelatihan untuk mendapatkan model yang baik[11]. Kreteria yang harus dipenuhi untuk mendapatkan model training yang baik berdasarkan model supervised backpropogation yaitu akurasi yang tinggi atau kesalahan peramalan yang kecil, dicek dengan root mean square error (RMSE). Sampel data training (diambil secara acak) digunakan data sebanyak 140 data dari 287 data residual. Hasil perhitungan jaringan syaraf tiruan (JST) disajikan pada Tabel 1.

**c. Data Testing**

Data testing diambil secara acak sebanyak 140 dari 287 data residual. Data training dan data testing sebaiknya seimbang jumlahnya karena merupakan sampel yang diambil untuk membangun model dan sekaligus memvalidasi model tersebut[12]. Kreteria yang dipakai untuk menentukan model sementara yang di test sama dengan kreteria pada model training adalah error yang terkecil yaitu root mean square error (RMSE). Berikut hasil running progran R package untuk model training dan model testing pada Tabel 2.

Tabel 2: Nilai MSE pada Model Training dan Testing

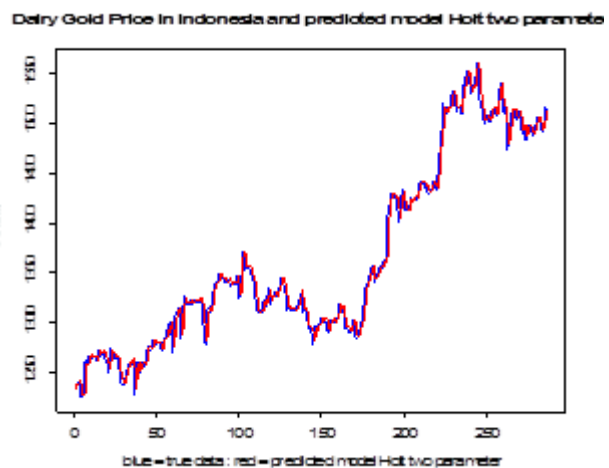
Model	Neuron	RMSE	
		Training	Testing
NNAR(15,2)	2	6.811999000	6.773687000
NNAR(15,5)	5	2.191662000	2.133966000
NNAR(15,10)	10	0.008938475	0.009004900
NNAR(15,11)	11	0.007676118	0.007373830
NNAR(15,12)	12	0.007200970	0.007337609
NNAR(15,13)	13	0.009130678	0.009313773
NNAR(15,14)	14	0.008003989	0.009828598

Tabel 2 merupakan hasil training dan testing model NNAR(15,2), model NNAR(15,5), model NNAR(15,10), model NNAR(15,11), model NNAR(15,12), model NNAR(15,13) dan model NNAR(15,14). Untuk memilih model mana yang baik kreteria yang diapakai yaitu model yang mempunyai nilai RMSE terkecil untuk training dan testing. Pada tabel 2 diatas nilai terkecil untuk training yaitu

model NNAR(15,12), dengan nilai RMSE sebesar 0,007200970. Untuk model testing nilai RMSE terkecil yaitu model NNAR(15,12), dengan nilai RMSE sebesar 0,007337609. Dengan demikian model JST yang di gunakan bersama model *double exponential smoothing* pada model hibrida ini yaitu model NNAR(15,12).

**d. Model Peramalan**

Model peramalan *double exponential smoothing Holt's* untuk data periode 2 November 2018 sampai dengan 2 November 2019 ditampilkan dalam Gambar 6, sedang model hibrida antara *double exponential smoothing Holt's* dan jaringan syaraf tiruan (DESH-JST) ditampilkan dalam Gambar 7.



Gambar 6: Model *double exponential smoothing Holt's*



Gambar 7: Model hibrida DESH-JST

Akurasi peramalan untuk kedua model yaitu *double exponensial smoothing Holt's* dan hibrida DESH-JST (MAPE, MASE dan RMSE) nilainya akan di sajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3: Nilai akurasi peramalan untuk kedua model

Model	MAPE	MASE	RMSE
DESH	0.59403250	0.9943106	11.486310
DESH-JST	0.0005179602	0.9692805	0.9845204

Tampak pada tabel 3 nilai akurasi terkecil ada pada model hibrida DESH-JST, sehingga model hibrida DESH-JST ini nanti yang akan dipakai untuk meramalkan nilai harga emas harian.

#### e. Hasil Peramalan

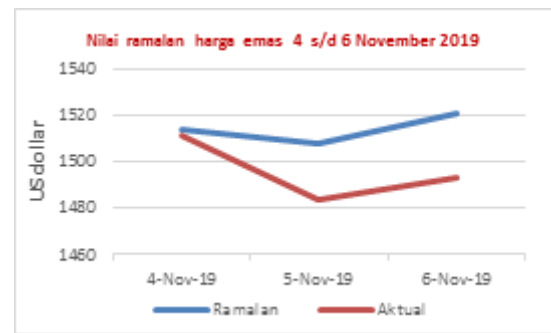
Model peramalan hibrida DESH-JST selanjutnya akan dibuat untuk peramalan. Hasil peramalan akan ditampilkan dalam bentuk Gambar 8 dan nilai peramalan tiga hari kedepan akan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4: Nilai ramalan harga emas harian tiga hari kedepan.

Tanggal	4 Nov 19	5 Nov 19	6 Nov 19
Ramalan	1513,314	1507,711	1520,751
Aktual	1511,100	1483,700	1493,100

Tabel 4 menunjukkan prediksi nilai harga emas harian untuk tiga periode mendatang yaitu 4 November 2019 sampai dengan 6 November 2019. Hasil ramalan untuk tabel 4 diatas jika disajikan dalam grafik ada pada Gambar 8.

Dari Tabel 4 dan Gambar 8 tersebut menunjukkan bahwa peramalan harga emas harian membutuhkan data terbaru untuk membuat model yang baik, hal ini dapat dilihat pada peramalan satu periode kedepan antara nilai aktual dan ramalannya selisihnya sedikit dan untuk periode berikutnya nilai ramalannya kurang begitu bagus bila dibanding dengan satu periode saja.



Gambar 8: Grafik prediksi harga emas harian

## Penutup

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa model hibrida DESH-JST mampu meramalkan harga emas harian lebih akurat dari pada hanya menggunakan model DESH saja. Model hibrida DESH-JST yang dipakai menggunakan parameter alpha sebesar 0.8566 dan betha sebesar 1e-04 dengannilai AIC sebesar 3035.495 dan BIS sebesar 3053.793 serta JST-nya mempunyai arsitektur jaringan data input berupa residual dengan lag-1 sampai dengan lag-15 dengan 12 neuron single layer, menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Hasil peramalan mempunyai akurasi peramalan RMSE sebesar 0.9845204, MASE sebesar 0.9692805 dan MAPE sebesar 0.0005179602. Dalam penelitian ini disarankan untuk menggunakan data terbaru sebagai up date model dan tidak meramalkan untuk periode yang terlalu panjang (cukup satu atau dua periode kedepan). Selain hal tersebut dapat juga di sarankan untuk menggunakan model-model lain yang lebih terbaru dan baik.

## Daftar Pustaka

- [1] Anonim, "Mulia Pegadaian", diakses daring di <https://www.pegadaian.co.id/produk/mulia>, pada 10 November 2019 .
- [2] Anonim, "Mandiri Syari'ah", diakses daring di <https://www.mandirisyariah.co.id/consumer-banking/emas/cicil-emas>, pada 10 November 2019.

- [3] Anonim, "BRI Syari'ah" , diakses daring di <https://bri.co.id/bri-syariah>, pada 10 November 2019 .
- [4] Anonim, "Data Historis-Investing.com", diakses daring di <https://id.investing.com-/commodities/gold-historical-data>, pada 11 November 2019.
- [5] Anonim, "Troy (satuan)-Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas", diakses daring di [https://id.wikipedia.org/wiki/Troy\\_\(satuan\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Troy_(satuan)), pada 11 November 2019.
- [6] S. Makridakis, S.C. Wheelwright & R.J. Hyndman, "Forecasting: Methods and Applications" , John Wiley & Sons, Inc. 1998.
- [7] B. Venkateswaran & G. Ciaburro, "Neural Networks with R", first published, Packt Publishing Ltd, Bramingham UK. 2017.
- [8] R.J. Hyndman & G. Athanasopoulos, "Forecasting: principles and practice", 2nd edition, OTexts: Melbourne, Australia. OTexts.com/fpp2. 2019.
- [9] M. As'ad, E. Farida, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Inflas Bulanan di Kota Malang", Jurnal Ilmiah KOMPUTASI, Volume 18 No : 2. P.101-106. 2019.
- [10] Anonim, "Exponential Smoothing • UC Business Analytics R", diakses daring di [http://uc-r.github.io/ts\\_exp\\_smoothing](http://uc-r.github.io/ts_exp_smoothing), pada 11 November 2019.
- [11] D. Sena & N.K. Nagwani, "A Neural Network Autoregression Model To Forecast Per Capita Disposable Income", Rpn Journal Of Engineering And Applied Sciences, Vol. 11, No. 22. 2016.
- [12] L. Safitri, S. Mardiyati, & H. Rahim, "Forecasting the mortality rates of Indonesian population by using neural network", Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, 974 (2018) 012030, 2018.