

## **KOLABORASI JARINGAN SYARAF TIRUAN DAN *MOVING AVERAGE CONVERGENCE DIVERGENCE* UNTUK MEMPREDIKSI PERGERAKAN VALUTA ASING**

**<sup>1</sup>Miftakhul Huda\*, <sup>2</sup>Akhmad Yusuf, <sup>3</sup>Dwi Kartini**

<sup>1,3</sup>Program Studi Ilmu Komputer Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

<sup>2</sup>Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

\*Email: [miftahudaa@gmail.com](mailto:miftahudaa@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Pasar valas merupakan pasar yang potensial untuk memperoleh keuntungan finansial apabila dapat memprediksi pergerakan harga secara akurat pada masa yang akan datang. Pada penelitian ini dilakukan prediksi valas dengan mengkolaborasikan 2 algoritma yaitu Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation dan Moving Average Convergence Divergence (MACD). Ouput prediksi yang dihasilkan ada 3 yaitu Bearish (tren turun), Bullish (tren naik) dan Hold (tren netral). Tren turun dan tren naik dihasilkan apabila hasil prediksi JST dan MACD mempunyai sinyal tren yang sama, sedangkan tren netral dihasilkan apabila JST dan MACD mempunyai sinyal tren yang berbeda. Pada penelitian ini dilakukan prediksi harga penutupan pair USD/JPY setiap pukul 06.00 GMT selama 20 hari, data yang digunakan untuk training dan testing JST sebanyak 1440 data terdiri dari harga penutupan time frame 5 menit pukul 00.00 GMT hingga 05.55 GMT selama 20 hari sedangkan MACD menggunakan 560 data harga penutupan time frame 1 jam pukul 00.00 GMT hingga 23.00 GMT selama 20 hari. Dari 20 percobaan hasil kolaborasi (J-MACD) menghasilkan 12 sinyal hold, 5 transaksi sukses dan 3 transaksi gagal. Dengan demikian J-MACD mempunyai tingkat akurasi sebesar 62,5%.

**Kata Kunci:** JST, MACD, Kolaborasi, Akurasi

### **ABSTRACT**

Foreign exchange is a market with potential to gain financial profit as long you can predict price movement accurately in the future. In this this research of value prediction collaborate 2 algorithms Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation and Moving Average Converge Divergence (MACD). 3 generated prediction output are Bearish (down trend), Bullish (up trend) and Hold (neutral trend). Down trend and up trend produced only if prediction result of ANN and MACD having same trend signal, otherwise neutral trend produced if ANN and MACD having different trend signal. In this research closing price prediction of USD/JPY pair at 06.00 GMT for 20 days, data used for training and ANN testing as much as 1440 data formed by closing price time frame 5 minute at 00.00 GMT to 05.55 GMT for 20 days while MACD used 560 data of closing price timeframe 1 hour at 00.00 GMT to 23.00 GMT for 20 days. Results from 20 collaboration experiments (J-MACD) yielded 12 hold signal, 5 successful transactions and 3 failed transactions. Thus J-MACD has an accuracy of 62.5%

**Keyword:** ANN, MACD, Collaboration, Accuracy

## **1. PENDAHULUAN**

Salah satu tipe jaringan syaraf tiruan adalah Backpropagation yaitu salah satu tipe algoritma yang adaptive dan supervised learning, artinya kita bisa

memberikan pembelajaran atau pelatihan dengan menggunakan data latih hingga memenuhi kriteria yang diinginkan, dalam hal ini kriteria yang diinginkan adalah prediksi dengan tingkat akurasi yang optimal [5]. *Moving Average Convergence Divergence* adalah salah satu metode statistik yang bisa digunakan untuk memprediksi suatu tren dengan menggunakan data histori yang ada. Format MACD yang digunakan adalah format standar dengan garis MACD dari EMA 26 - EMA 12 dan garis sinyal dari EMA 9, sehingga didapatkan hasil sinyal membeli dan menjual yang akurat. EMA (*Exponential Moving Average*) adalah indikator yang digunakan untuk menentukan *support* dan *resistance* [1].

Penelitian dilakukan dengan mengolaborasikan dua algoritma yaitu Jaringan Saraf Tiruan dan *Moving Average Convergence Divergence* untuk memprediksi pergerakan valuta asing serta menguji tingkat akurasi. Hasil permalan antara Jaringan Saraf Tiruan dan MACD akan di kolaborasikan sehingga menghasilkan satu prediksi akhir yang memberikan gambaran pasar valas untuk periode kedepan yaitu *Bulish*, *Bearish* dan *Hold*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jaringan Syaraf Tiruan

*Backpropagation* merupakan salah satu model pelatihan dari jaringan saraf tiruan. *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan mengenali pola yang digunakan selama training serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan [5]. Secara umum prosesnya dibagi menjadi 3 fase yaitu:

#### 2.1.1 Fase I : Propagasi maju

Setelah selesai menginisialisasi bobot dengan mengambil nilai acak yang cukup kecil, selanjutnya selama kondisi henti belum terpenuhi maka lakukan propagasi maju dengan setiap input dan menjumlahkan bobot sinyal input dengan persamaan  $z_{in_i} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$  ... (1)

Kemudian fungsi aktifasi yang dipilih digunakan untuk menghitung sinyal output-nya dan hasil akhirnya mengirimkan sinyal tersebut ke semua unit output. Fungsi tersebut didapat dengan persamaan berikut :

$$z_j = f(z_{in_i}) \quad \dots (2)$$

Selanjutnya setiap unit output ( $Y_k$ ,  $k = 1,2,\dots,m$ ) menjumlahkan bobot sinyal input dengan persamaan berikut :

$$z_j = f(z_{in_i}) \quad \dots (3)$$

kemudian fungsi aktifasi yang dipilih digunakan untuk menghitung sinyal output-nya. Fungsi tersebut didapat dengan persamaan berikut :

$$y_k = f(y_{in_k}) \quad \dots(4)$$

Kemudian lakukan cek error selisih dengan target yang harus dicapai

#### 2.1.2 Fase II: Propagasi mundur

Setiap unit output ( $Y_k$ ,  $k = 1,2,\dots,m$ ) menerima pola target yang sesuai dengan pola input pelatihan, kemudian hitung error dengan persamaan berikut :

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad \dots(5)$$

dengan  $f'$  adalah turunan dari fungsi aktivasi yang dipilih. Selanjutnya dilakukan perhitungan koreksi bobot dengan persamaan berikut :

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad \dots (6)$$

Dan juga lakukan perhitungan pada koreksi bias dengan persamaan berikut:

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad \dots (7)$$

Selanjutnya setiap unit tersembunyi ( $Z_j, j = 1, 2, \dots, p$ ) menjumlahkan delta inputnya dengan persamaan berikut :

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad \dots (8)$$

Dan untuk menghitung informasi error digunakan persamaan berikut :

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_k}) \quad \dots (9)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan koreksi bobot dengan persamaan berikut:

$$\Delta v_{jk} = \alpha \delta_j x_i \quad \dots (10)$$

Dan juga lakukan perhitungan pada koreksi bias dengan persamaan berikut:

$$\Delta v_{0k} = \alpha \delta_j \quad \dots (11)$$

### 2.1.3 Fase III : Perubahan bobot

Dalam fase perubahan bobot setiap unit output menggunakan persamaan:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad \dots (12)$$

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + v_{ij} \quad \dots (13)$$

Setelah tahap tersebut selesai, lakukan cek kondisi berhenti untuk menghentikan perulangan pelatihan [3].

## 2.2 MACD (*Moving Average Convergence Divergence*)

MACD adalah singkatan dari *Moving Average Convergence Divergence* (rata-rata pergerakan konvergensi atau perbedaan). Secara umum indikator MACD dibangun oleh EMA hari ke-12, EMA hari ke-26 dan EMA hari ke-9. Indikator MACD dibentuk dengan menggunakan *Simple Moving Average* (SMA) dan EMA (*Exponential Moving Average*) [1]. *Simple Moving Average* (SMA) adalah bentuk MA sederhana yang dihitung dengan menjumlahkan harga penutup selama jangka waktu tertentu dan kemudian membagi total (jumlah) harga yang didapatkan dengan jangka waktu yang digunakan. Bentuk Umum rumus *Simple Moving Average* (SMA) adalah sebagai berikut:

$$SMA(n) = \sum_{i=1}^n \frac{cp_i}{n} = \frac{cp_1 + cp_2 + \dots + cp_n}{n} \quad \dots (14)$$

*Exponential Moving Average* (EMA) adalah bentuk lain dari penyempurnaan *Smoothing Moving Average* (SMA) yang diciptakan untuk mengeliminir kelemahan *Smoothing Moving Average* (SMA) yaitu keterlambatan dalam memberikan sinyal [1].

$$EMA(n) = \left( \frac{2}{(n+1)} \times (cp_n - SMA(n)) \right) + SMA(n) \quad \dots (15)$$

Formula perhitungan (MACD) *Moving Average Convergence Divergence*:

$$MACD = EMA(12) - EMA(26) \quad \dots$$

Formula perhitungan (SL) Sinyal Line :

$$SMA(9) = \sum_{i=1}^9 \frac{MACD_i}{9} = \frac{MACD_1 + MACD_2 + \dots + MACD_9}{9} \quad \dots (16)$$

$$SL = EMA(9) = \left( \frac{2}{(9+1)} x \left( MACD_9 - \frac{MACD_1+MACD_2+\dots+MACD_9}{9} \right) \right) + \frac{MACD_1+MACD_2+\dots+MACD_9}{9} \quad \dots (17)$$

Efisiensi strategi perdagangan dirancang menggunakan 3 *Ekspponential Moving Average* untuk menentukan titik berrish atau menjual (tren turun), bullish atau membeli (tren naik) dan menunggu (hold). Pengurangan antara MACD dan Garis Sinyal mengidentifikasi perubahan arus pasar. Sinyal dari strategi perdagangan diputuskan setelah titik perpotongan antara MACD [2].

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur dari berbagai sumber baik buku maupun jurnal yang menunjang dan relevan dengan penelitian yang dilakukan. Adapun prosedur yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- a) Mengumpulkan data-data perdagangan valuta asing USD/JPY yang akan digunakan pada periode 1 jam dan 5 menit meliputi data tanggal, waktu, harga tertinggi, harga pembukaan, harga penutupan, dan harga penutupan.
- b) Melakukan *Preprocessing Data* dengan menyeleksi variabel yang akan digunakan yaitu harga penutupan time frame 1 jam dan 5 menit.
- c) Membagi data menjadi dua kelompok yaitu data training dan data testing
- d) Mengolah data training menggunakan algoritma JST
- e) Mengolah data histori penutupan setiap periode tertentu menggunakan algoritma MACD
- f) Mengolah data testing JST serta melakukan evaluasi sampai kriteria terpenuhi.
- g) Mengolah data testing serta mengevaluasinya sampai kriteria terpenuhi.
- h) Melakukan analisa dan interpretasi hasil simulasi peramalan data yang telah diolah JST dan MACD

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Pada tahap ini dilakukan prediksi harga penutupan pukul 06.00 GMT. Secara umum prosesnya dibagi menjadi tiga bagian yaitu proses normalisasi data, training data, testing data dan prediksi. Total data yang digunakan berjumlah 72 data yang diambil dari aplikasi metatrader dari pukul 00.00 GMT hingga 05.55 GMT tanggal 24 November 2017 dengan time frame 5 menit. Berikut adalah data yang akan dianalisis menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*:

**Tabel 1** Tabel Data Harga Penutupan *pair* USD/JPY untuk Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* tanggal 24 November 2017

Data ke	Date	Time	Close Price
1	24/11/2017	00.00.00	111.201
2	24/11/2017	00.05.00	111.204
3	24/11/2017	00.10.00	111.203
...	...	...	...

70	24/11/2017	05.45.00	111.419
71	24/11/2017	05.50.00	111.465
72	24/11/2017	05.55.00	111.443

#### 4.1.1 Normalisasi Data

Normalisasi terhadap data dilakukan agar keluaran jaringan sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan serta menyamakan karakteristik data dalam interval [0-1. Fungsi aktivasi sigmoid adalah fungsi asimtotik (tidak pernah mencapai 0 ataupun 1) maka transformasi data hendaknya dilakukan pada interval yang lebih kecil yaitu [0.1, 0.9], ditunjukkan dengan persamaan persamaan berikut:

$$X' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \quad \dots (18)$$

Dimana  $a$  adalah data minimum,  $b$  adalah data maksimum,  $x$  adalah data yang akan dinormalisasi dan  $X'$  adalah data yang telah ditransformasi. Berikut ini adalah proses normalisasi untuk data *history* 24 November 2017 data ke-1:

Diketahui:

$$a = 111.191 ; b = 111.465;$$

$$x_1 = 111.201; x_2 = 111.204; x_3 = 111.203; \dots x_{72} = 111.443;$$

Sehingga:

$$X' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 ; X'_1 = \frac{0.8(111.201-111.191)}{111.465-111.191} + 0.1 ; X'_1 = 0.129192147$$

Dilakukan perhitungan yang sama hingga data ke 72, sehingga menghasilkan data sebagai berikut:

**Tabel 2.** Tabel Normalisasi Data Harga Penutupan USD/JPY *Time Frame* 5 menit

Data Ke	Tanggal	Waktu	Harga (sebelum normalisasi)	Harga (setelah normalisasi)
1	24/11/2017	00.00.00	111.201	0.129192147
2	24/11/2017	00.05.00	111.204	0.137951449
3	24/11/2017	00.10.00	111.203	0.135031682
...	...	...	...	...
70	24/11/2017	05.45.00	111.419	0.765701400
71	24/11/2017	05.50.00	111.465	0.900010692
72	24/11/2017	05.55.00	111.443	0.835775813

#### 4.2.2 Pemrosesan Data

Arsitektur jaringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 6-6-1 dengan demikian data set inputannya berjumlah 6, hidden layer berjumlah 6 dan targetnya 1. Data set untuk training merupakan data yang sudah di normalisasi sebelumnya kemudian di susun dengan pola inputan  $x_{data1}$ ,  $x_{data2}$ ,  $x_{data3}$ ,  $x_{data4}$ ,  $x_{data5}$ ,  $x_{data6}$  dengan target  $x_{data7}$  kemudian  $x_{data2}$ ,  $x_{data3}$ ,  $x_{data4}$ ,  $x_{data5}$ ,  $x_{data6}$ ,  $x_{data7}$  dengan target  $x_{data8}$  dan seterusnya hingga data ke 65 yaitu  $x_{data65}$ ,  $x_{data66}$ ,  $x_{data67}$ ,  $x_{data68}$ ,  $x_{data69}$ ,  $x_{data70}$  dengan target  $x_{data71}$ . Penyusunan pola ini bertujuan untuk membangun dasar pengetahuan sistem yang nantinya digunakan untuk prediksi dengan 6 inputan [  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$  ] kemudian menghasilkan 1 nilai output [  $y_1$  ] sebagai nilai prediksi.

**Tabel 3.** Penyusunan Data Set untuk Training (setelah normalisasi)

Pola	x1	x2	x3	x4	x5	x6	y1 (target)
1	0.129192	0.137951	0.135032	0.137951	0.143791	0.135032	0.099994
2	0.137951	0.135032	0.137951	0.143791	0.135032	0.099994	0.111674
...	...	...	...	...	...	...	...
64	0.514601	0.505842	0.505842	0.555478	0.546719	0.610954	0.765701
65	0.505842	0.505842	0.555478	0.546719	0.610954	0.765701	0.900011

Setelah penyusunan pola data latih selesai maka selanjutnya adalah melakukan proses training menggunakan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan langkah sebagai berikut:

- Inisialisasi bobot input layer ke *hidden layer* dan dari *hidden layer* ke output layer dengan mengambil nilai random yang cukup kecil, dalam penelitian ini dipilih bobot bernilai positif dengan rentang nilai [0.1-0.5]
- Tahap perambatan maju (*forward propagation*)

$$Z_{net1} = V_{01} + \sum_{i=1}^6 x_i v_{ij}$$

$$Z_{net1} = v_{01} + x_1 v_{1,1} + x_2 v_{2,1} + x_3 v_{3,1} + x_4 v_{4,1} + x_5 v_{5,1} + x_6 v_{6,1}$$

$$Z_{net1} = 0,1 + (0,12919 \times 0,3) + (0,13795 \times 0,1) + (0,13503 \times 0,5) + (0,13795 \times 0,4) + (0,14379 \times 0,2) + (0,13503 \times 0,2)$$

$$Z_{net1} = 0,33101$$

Selanjutnya menerapkan fungsi aktivasi sigmoid untuk menghitung sinyal output *hidden layer* dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Z_j = f(Z_{netj}) = \frac{1}{1+e^{-z_{netj}}}; Z_1 = \frac{1}{1+e^{-0,33101}} = 0,58201$$

Selanjutnya setiap unit output (y) menjumlahkan bobot sinyal input dari *hidden layer* dan menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya dengan perhitungan sebagai berikut:

$$y_{in k} = W_{0k} + \sum_{i=1}^1 z_i w_{jk}$$

$$y_{net1} = w_{01} + z_1 w_{1,1} + z_2 w_{2,1} + z_3 w_{3,1} + z_4 w_{4,1} + z_5 w_{5,1} + z_6 w_{6,1}$$

$$y_{net1} = 0,3 + (0,58201 \times 0,1) + (0,64985 \times 0,5) + (0,61974 \times 0,1) + (0,58286 \times 0,2) + (0,60303 \times 0,3) + (0,67193 \times 0,2)$$

$$y_{net1} = 1.17697; y_k = f(y_{netk}) = \frac{1}{1+e^{-y_{netk}}}; y_k = \frac{1}{1+e^{-1.17697}} = 0,76440$$

Dari perhitungan diperoleh nilai output  $y_k = 0.76440$  masih belum sesuai dengan target latih yaitu  $y_k = 0.099994$  oleh karena itu dilakukan perambatan mundur (*backpropagation*) untuk melakukan penyesuaian kembali bobot hingga nilai target sesuai dengan laju pembelajaran atau *learning rate* yang ditentukan, dalam proses ini ditentukan *learning rate* sebesar 0.07

- Tahap perambatan balik (*backpropagation*), pada tahap menghitung *error* output terhadap target latih dengan persamaan sebagai berikut:

$$\delta_k = \delta = (t - y) y (1 - y)$$

$$\delta = (0.099994 - 0.76440) \times (0.76440) \times (1 - 0.76440)$$

$$\delta = -0.1197$$

Suku perubahan bobot  $w_k$  (dengan  $\alpha = 0.07$ )

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta z_j; j = 0,1,2,3,4,5,6$$

$$\Delta w_{01} = 0,07 \times (-0.1197) \times (1) = -0.0084$$

Faktor kesalahan  $\delta$  di unit tersembunyi:

$$\delta_j = \delta_{net j} f' z_{net j} = \delta_{net j} z_j(1 - z_j)$$

$$\delta_1 = -0.01197 \times (0,58201) \times (1 - 0,58201) = -0.00291$$

Suku perubahan bobot ke unit tersembunyi adalah sebagai berikut:

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i; \Delta v_{0-1} = 0.07 \times (-0.00291) \times (1) = -0.0002$$

Proses perhitungan suku perubahan bobot diatas adalah baru pada *layer input bias* menuju *hidden layer* maka perlu dilakukan proses yang sama sampai  $\Delta v_{6-6}$ .

Berikut ini adalah hasil simulasi Jaringan Syaraf Tiruan sebanyak 20 kali:

**Tabel 4.** Tabel Hasil Simulasi Jaringan Syaraf Tiruan *pair* USD/JPY

No	Tgl	JST							
		LR	MSE Training	MSE Testing	Epoch	Prediksi	Harga Sebelumnya	Sinyal Prediksi	Sinyal real
1	24-Nov-17	0.07	0.00488286	0.0011481482	48	111.391	111.443	Bearish	Bullish
2	23-Nov-17	0.07	0.004676094	0.001734203	317	111.243	111.304	Bearish	Bearish
3	22-Nov-17	0.07	0.005034842	0.003020014	319	112.32	112.274	Bullish	Bearish
4	21-Nov-17	0.09	0.008285615	0.004329991	185	112.507	112.518	Bearish	Bullish
5	20-Nov-17	0.09	0.008080212	0.000105757	1690	112.054	112.012	Bullish	Bullish
6	17-Nov-17	0.04	0.001550388	1.E-06	351	112.460	112.491	Bearish	Bullish
7	16-Nov-17	0.07	0.004885286	0.004155037	2113	113.012	113.002	Bullish	Bullish
8	15-Nov-17	0.06	0.003532873	0.000537715	469	113.148	113.132	Bullish	Bullish
9	14-Nov-17	0.13	0.01686159	0.000916879	970	113.616	113.622	Bearish	Bullish
10	13-Nov-17	0.07	0.0048625	0.000556964	52	113.645	113.655	Bearish	Bullish
11	10-Nov-17	0.1	0.009916574	0.058832051	280	113.345	113.369	Bearish	Bullish
12	08-Nov-17	0.02	0.000396304	0.558704473	1383	113.739	113.799	Bearish	Bearish
13	07-Nov-17	0.07	0.004812337	0.000176688	480	113.873	113.897	Bearish	Bullish
14	06-Nov-17	0.05	0.002498059	8.68446E-06	1009	114.457	114.362	Bullish	Bearish
15	03-Nov-17	0.05	0.002494533	0.003897653	878	113.647	114.007	Bearish	Bearish
16	02-Nov-17	0.05	0.003563317	1.12368E-06	282	113.859	113.892	Bearish	Bearish
17	01-Nov-17	0.06	0.003482671	0.005520745	109	113.811	113.826	Bearish	Bullish
18	30-Okt-17	0.08	0.00624039	6.69787E-05	585	113.594	113.582	Bullish	Bullish

19	27-Okt-17	0.0 8	0.006336184	9.5407E-06	350	114.123	114.141	Bearish	Bearish
20	26-Okt-17	0.0 8	0.005975008	0.004213437	202	113.549	113.542	Bullish	Bearish

#### 4.2 Analisis MACD (*Moving Average Convergence Divergence*)

Dalam penelitian ini data yang digunakan untuk analisis MACD berjumlah 559 data penutupan harga valas USD/JPY atau dimulai dari tanggal 24 Oktober 2017 sampai 24 November 2017 dalam periode 1 jam. Berikut perhitungan Simple Moving Average:

$$SMA(12) = \frac{\sum_{1}^{12} c_p}{12} = \frac{113.861+113.785+113.939+\dots+113.942}{12} = 113.86475$$

Setelah diperoleh nilai SMA(12) selanjutnya adalah menghitung nilai EMA(12) dengan persamaan sebagai berikut:

$$EMA12 = \left( \frac{2}{(12+1)} \times (cp_{12} - SMA12) \right) + SMA12 = (0,154 \times (113.942 - 113.86475)) + 113.86475 = 113.87663$$

Sedangkan untuk menghitung nilai EMA(26) perlu diketahui SMA(26) untuk data ke 1-26 dengan persamaan sebagai berikut:

$$SMA(26) = \frac{\sum_{1}^{26} c_p}{26} = \frac{113.861+113.785+113.939+\dots+113.878}{26} = 113.91038$$

Setelah diperoleh nilai SMA(26) selanjutnya adalah menghitung nilai EMA(26) dengan persamaan sebagai berikut:

$$EMA26 = \left( \frac{2}{(26+1)} \times (cp_{26} - SMA26) \right) + SMA26 = (0,074 \times (113.878 - 113.91038)) + 113.91038 = 113.90798$$

Setelah didapatkan nilai EMA(12) dan EMA(26), maka nilai MACD untuk data ke-26 dapat dihitung, yaitu :

$$MACD = EMA(12) \text{ periode } 12 - EMA(26) \text{ periode } 26$$

$$MACD(34) = 113.78968 - 113.85444 = -0.06476$$

Setelah mendapatkan hasil perhitungan SMA(12), EMA(12), SMA(26), EMA(26), MACD dan *Sinyal Line* maka selanjutnya menentukan sinyal akhir yaitu *Bullish* (harga naik) atau *Bearish* (harga turun). Sinyal akhir dinyatakan *Bullish* jika nilai MACD lebih besar dari nilai *Sinyal Line* sedangkan *Bearish* apabila nilai MACD lebih kecil dari nilai *Sinyal Line*.

**Tabel 5.** Tabel hasil Simulasi MACD *pair* USD/JPY *Time Frame* 1 jam

No	Tanggal	Harga Penutupan 05.00 GMT	Harga Penutupan 06.00 GMT	Sinyal Prediksi	Sinyal Real	Keterangan
1	24-Nov-17	111.443	111.449	Bullish	Bullish	Sukses
2	23-Nov-17	111.304	111.284	Bearish	Bearish	Sukses
3	22-Nov-17	112.274	112.203	Bearish	Bearish	Sukses
4	21-Nov-17	112.518	112.574	Bullish	Bullish	Sukses
5	20-Nov-17	112.012	112.024	Bullish	Bullish	Sukses
6	17-Nov-17	112.491	112.587	Bearish	Bullish	Tidak Sukses
7	16-Nov-17	113.002	113.062	Bullish	Bullish	Sukses
8	15-Nov-17	113.132	113.288	Bearish	Bullish	Tidak Sukses

9	14-Nov-17	113.622	113.638	Bullish	Bullish	Sukses
10	13-Nov-17	113.655	113.674	Bullish	Bullish	Sukses
11	10-Nov-17	113.369	113.45	Bullish	Bullish	Sukses
12	08-Nov-17	113.799	113.788	Bearish	Bearish	Sukses
13	07-Nov-17	113.897	113.976	Bearish	Bullish	Tidak Sukses
14	06-Nov-17	114.362	114.257	Bullish	Bearish	Tidak Sukses
15	03-Nov-17	114.007	113.981	Bullish	Bearish	Tidak Sukses
16	02-Nov-17	113.892	113.888	Bearish	Bearish	Sukses
17	01-Nov-17	113.826	113.856	Bullish	Bullish	Sukses
18	30-Okt-17	113.582	113.594	Bearish	Bullish	Tidak Sukses
19	27-Okt-17	114.141	114.09	Bullish	Bearish	Tidak Sukses
20	26-Okt-17	113.542	113.514	Bearish	Bearish	Sukses

Pada Tabel 20 adalah hasil simulasi MACD sebanyak 20 kali, prediksi pertama dilakukan pada tanggal 24 November 2017. Sinyal prediksi dihasilkan dengan membandingkan membandingkan nilai MACD dengan SL, apabila nilai MACD lebih besar dari SL maka menghasilkan sinyal *Bullish* dan apabila MACD lebih kecil menghasilkan sinyal *Bearish*. Harga dari pukul 05.00 dibandingkan dengan harga pukul 06.00 untuk mendapatkan sinyal real, apabila sinyal prediksi bernilai sama maka diberikan keterangan “Sukses” dan jika berbeda diberikan keterangan sinyal “Tidak Sukses”.

#### 4.3 Analisis Kolaborasi Jaringan Syaraf Tiruan dan MACD

Hasil prediksi dari MACD (*Moving Average Convergence Divergence*) dan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dikolaborasikan untuk menghasilkan satu prediksi harga penutupan valas pada pukul 06.00 GMT, pemilihan prediksi pada pukul 06.00 GMT bertujuan untuk menghindari isu fundamental pada pasar valuta asing yang dapat mempengaruhi hasil prediksi secara teknikal, pada pukul tersebut biasanya tidak ada berita ekonomi yang memiliki *high impact* sehingga prediksi secara teknikal diharapkan bisa optimal. Prediksi antara JST dan MACD disebut dengan istilah J-MACD dan hasil kolaborasinya didasarkan pada logika matematika biimplikasi atau ekivalensi [4], apabila JST memberikan sinyal *Bullish* dan MACD memberikan sinyal *Bullish* maka memiliki nilai kebenaran *Bullish*, sebaliknya apabila JST memberikan sinyal *Bearish* dan MACD memberikan sinyal *Bearish* maka memiliki nilai kebenaran *Bearish*. Selanjutnya apabila hasil prediksi antara JST dan MACD memberikan sinyal yang berbeda yaitu *Bullish* atau *Bearish* atau sebaliknya maka tidak memiliki nilai kebenaran (*hold*). *Hold* adalah posisi dimana trader seharusnya *wait and see* terhadap pasar valas dan tidak melakukan *open order*.

Tabel 6. Tabel Analisis Kolaborasi JST dan MACD *pair* USD/JPY

No	Tgl	JST		MACD	J-MACD	Harga Penutupan 05.00	Harga Penutupan 06.00	Keterangan
		Prediksi	Sinyal					
1	24-Nov-17	111.391	Bearish	Bullish	Hold	111.443	111.449	-
2	23-Nov-17	111.243	Bearish	Bearish	Bearish	111.304	111.284	Sukses
3	22-Nov-17	112.32	Bullish	Bearish	Bearish	112.274	112.203	-

4	21-Nov-17	112.507	Bearish	Bullish	Hold	112.518	112.574	-
5	20-Nov-17	112.054	Bullish	Bullish	Bullish	112.012	112.024	Sukses
6	17-Nov-17	112.460	Bearish	Bearish	Bearish	112.491	112.587	Tidak Sukses
7	16-Nov-17	113.012	Bullish	Bullish	Bullish	113.002	113.062	Sukses
8	15-Nov-17	113.148	Bullish	Bearish	Hold	113.132	113.288	-
9	14-Nov-17	113.616	Bearish	Bullish	Hold	113.622	113.638	-
10	13-Nov-17	113.645	Bearish	Bullish	Hold	113.655	113.674	-
11	10-Nov-17	113.345	Bearish	Bullish	Hold	113.369	113.45	-
12	08-Nov-17	113.739	Bearish	Bearish	Bearish	113.799	113.788	Sukses
13	07-Nov-17	113.873	Bearish	Bearish	Bearish	113.897	113.976	Tidak Sukses
14	06-Nov-17	114.457	Bullish	Bullish	Bullish	114.362	114.257	Tidak Sukses
15	03-Nov-17	113.647	Bearish	Bullish	Hold	114.007	113.981	-
16	02-Nov-17	113.859	Bearish	Bearish	Bearish	113.892	113.888	Sukses
17	01-Nov-17	113.811	Bearish	Bullish	Hold	113.826	113.856	-
18	30-Okt-17	113.594	Bullish	Bearish	Hold	113.582	113.594	-
19	27-Okt-17	114.123	Bearish	Bullish	Hold	114.141	114.09	-
20	26-Okt-17	113.549	Bullish	Bearish	Hold	113.542	113.514	-

Dari hasil percobaan diatas maka hasil kolaborasi JST dengan MACD atau J-MACD menghasilkan 5 transaksi sukses dari 8 transaksi, jika di presentasikan maka hasilnya sebagai berikut:

$$JMACD = \frac{5}{8} \times 100 = 62,5\%$$

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa untuk memprediksi pergerakan valuta asing *pair* USD/JPY dengan *time frame* 1 jam, kolaborasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dan *Moving Average Convergence Divergence* mempunyai akurasi sebesar 62,5%

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Appel, Gerald. 2005. *Technical analysis. Financial Times Prentice Hall*. New York.
- [2] Dian Dwi Parama Asthri, Topowijono dkk. 2016. *Analisis Teknikal Dengan Indikator Moving Average Convergence Divergence Untuk Menentukan Sinyal Membeli Dan Menjual Dalam Perdagangan Saham (Studi Pada Perusahaan Sub Sekto Makanan Dan Minuman Di Bei Tahun 2013-2015)*. Jurnal Administrasi Bisnis (JAB). Volume 33 Nomer 2.
- [3] J. J. Siang, 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrograman menggunakan Matlab*, Penerbit ANDI: Yogyakarta.
- [4] Katen Lumbanbatu & Novriyeni. 2012. *Perancangan Perangkat Lunak Pembelajaran Logika Informatika*. Jurnal Kaputama. Volume 5 Nomer 2
- [5] Puspitaningrum, D., 2006. *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*. Penerbit Andi Jogjakarta