

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DALAM MERAMALKAN KASUS COVID-19 DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE *BACKPROPAGATION*

Ampudan Riki Pasaribu^{1,*}, Sawaluddin², Syahriol Sitorus³,
Muhammad Romi Syahputra⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara

*email: ampudanpasaribu@gmail.com

Abstrak: Kasus covid-19 sudah menjadi ancaman bagi seluruh dunia termasuk negara Indonesia. Grafik kasus penyebaran covid-19 di Indonesia semakin tidak terkendali sejak awal mula kasus pertama covid-19 di Indonesia. Prediksi kasus konfirmasi harian covid-19 sangat dibutuhkan untuk memutus rantai penyebaran covid-19 dimasa mendatang. Dalam penelitian ini, melalui pendekatan jaringan saraf tiruan menggunakan metode *backpropagation* dilakukan peramalan kasus konfirmasi harian covid-19 di Indonesia menggunakan data kasus harian sebelumnya dimulai sejak tanggal 02 maret 2020 hingga 18 Februari 2023. Arsitektur dan parameter terbaik dalam proses peramalan ini, diperoleh terdapat 14 neuron pada *input layer*, 128 neuron pada *hidden layer* dan 1 neuron pada *output layer*. Sedangkan nilai-nilai parameter terbaik selama pembelajaran model diperoleh nilai *learning rate* sebesar 0.001 dan fungsi aktivasi yang digunakan adalah ReLu dalam 1000 *epoch* pelatihan. Dalam peramalan ini akan diperoleh hasil ramalan dalam periode 14 hari kedepan dengan tingkat keakurasian yang dinilai berdasarkan nilai MAPE terkecil yaitu sebesar 1.16% dan koefisien determinasi R^2 sebesar 98%.

Kata Kunci: *Backpropagation*, Covid-19, Jaringan saraf tiruan, Peramalan.

Abstract: COVID-19 cases have become a threat to the whole world, including Indonesia. The graph of cases of the spread of covid-19 in Indonesia has been getting out of control since the beginning of the first case of covid-19 in Indonesia. Prediction of daily confirmed cases of covid-19 is needed to break the chain of spread of covid-19 in the future. In this study, through an artificial neural network approach using the *backpropagation* method, forecasting of daily confirmed cases of COVID-19 in Indonesia was carried out using previous daily case data starting

from March 2, 2020 to February 18, 2023. The best architecture and parameters in this forecasting process are obtained there are 14 neurons in the input layer, 128 neurons in the hidden layer and 1 neuron in the output layer. While the best parameter values during model learning obtained a learning rate value of 0.001 and the activation function used was ReLu in 1000 training epochs. In this forecasting, the forecast results will be obtained in the next 14 days with an accuracy level assessed based on the smallest MAPE value of 1.16% and the coefficient of determination $R^2 = 98\%$.

Keywords: Backpropagation, Covid-19, Artificial neural network, Forecasting.

PENDAHULUAN

Covid-19 merupakan penyakit yang disebabkan oleh *coronavirus* yang inangnya diduga berasal dari hewan. *Coronavirus* merupakan virus RNA strain tunggal positif, berkapsul dan tidak bersegmen serta tergolong ke ordo *Nidovirales*, keluarga *Coronaviridae* (Dokter & Indonesia, n.d.). Nama resmi *coronavirus* adalah *Severa acute respiratory syndrome coronavirus-2* (SARS-CoV-2), dengan nama penyakit *Coronavirus disease 2019* (COVID-19) (Coronavirus, W. N. 2019). Di Indonesia sendiri, kasus covid-19 pertama kali terjadi di Depok, Jawa Barat, yang menjangkiti seorang Ibu (64 tahun) dan putrinya (31 tahun) pada tanggal 2 Maret 2020. Kasus covid-19 di Indonesia semakin melonjak hingga angka 3000 kasus lebih pada bulan pertama sejak laporan kasus pertama kali. Karenanya, pemerintah mengeluarkan beberapa kebijakan berupa upaya pencegahan peningkatan kasus covid-19, mulai dari lockdown, pelarangan mudik, protokol kesehatan dan lainnya.

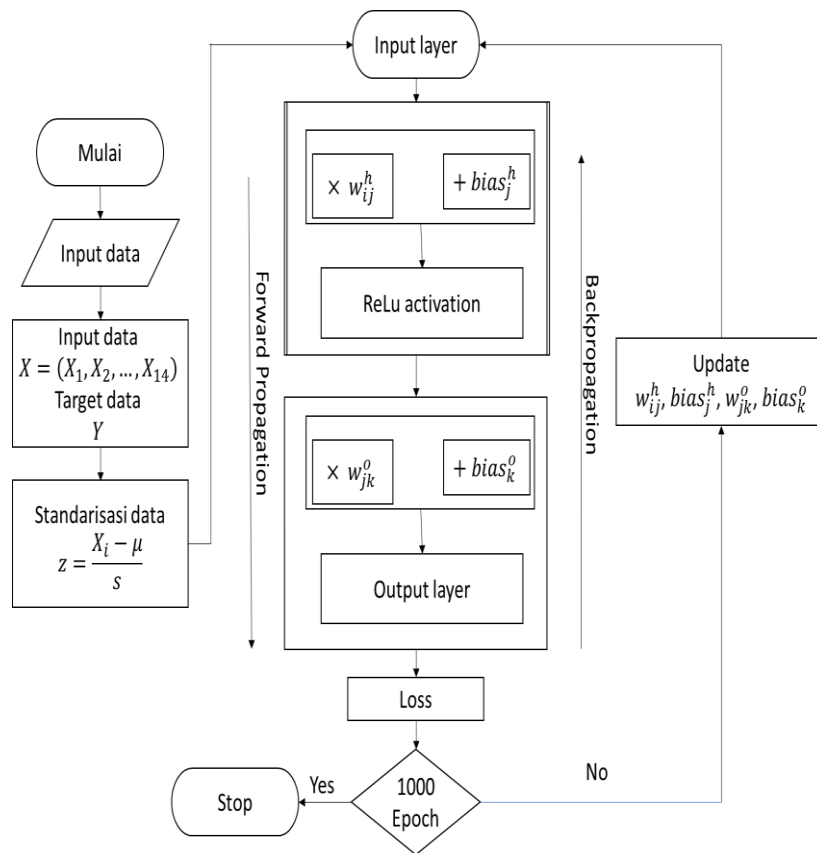
Peramalan merupakan seni ilmu untuk memprediksi peristiwa-peristiwa masa depan dengan menggunakan data terdahulu dan memproyeksikannya ke masa depan dengan menggunakan pendekatan-pendekatan matematika (Heizer, Jay, & Barry, R. 2001). Pada penelitian yang dilakukan (Lounis et al., 2021) yang membandingkan 4 metode dalam peramalan jumlah kasus covid-19, baik berupa kasus aktif, kematian dan kasus sembuh, diperoleh bahwa model *artificial neural network* adalah model terbaik dalam kecocokan dengan data nyata dengan perolehan $R^2 = 0,999$ dan MAPE = 1,04%. Hasil ini adalah yang terbaik dari model lain yakni model *gompertz*, model *logistik*, dan model *bertalanffy*.

Model yang digunakan dalam meramalkan jumlah kasus covid-19 di Indonesia adalah model *Artificial Neural Network* (ANN), menggunakan metode *Backpropagation*. *Artificial neural network* menggunakan *Backpropagation* sebagai metode yang digunakan untuk menghitung turunan *gradient* agar mendapatkan bobot yang paling sesuai dengan memperhatikan nilai target. Metode *Backpropagation*

merupakan suatu algoritma pembelajaran yang terawasi (*Supervised Learning*) yang digunakan untuk memperkecil nilai *error* dengan melakukan penyesuaian bobot berdasarkan perbedaan antar *output* dan target. Metode ini biasanya digunakan dalam suatu sistem prediksi. Metode *backpropagation* merupakan metode yang tergolong cepat dan mudah untuk di program, metode ini hanya menggunakan nilai *input* yang perlu diatur kedalam model, metode *backpropagation* merupakan metode standar yang pada umumnya bekerja dengan baik, dan tidak memerlukan fitur khusus dari fungsi yang akan dipelajari. Maka dari itu, metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan peramalan dalam penelitian ini adalah metode *backpropagation*.

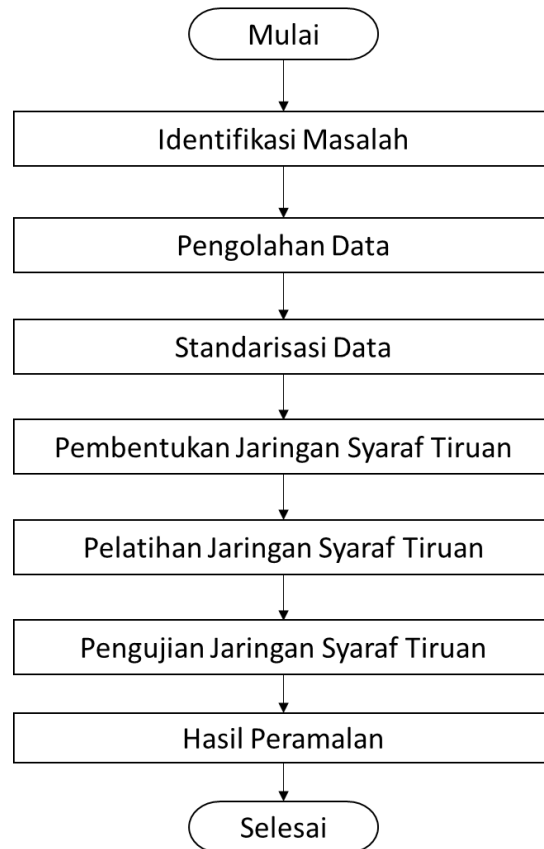
METODE PENELITIAN

Backpropagation merupakan salah satu metode yang ada pada jaringan saraf tiruan yang dapat digunakan dalam peramalan. *Backpropagation* adalah metode yang digunakan untuk menurunkan gradien dalam meminimalkan kuadrat *error* yang ada pada *output layer*. Untuk mengoptimasikan laju pembelajaran diperlukan *adaptive moment estimation* agar meningkatkan pembelajaran dalam memperoleh bobot dan bias yang diinginkan, sehingga *output* yang dihasilkan mendekati nilai yang sebenarnya. Adapun diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alur *Backpropagation*

Berdasarkan gambar diatas sehingga diagram alir penelitian yang digunakan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alur penelitian

Dalam metode *backpropagation*, fungsi aktivasi yang digunakan harus memenuhi kriteria kontinu, dapat diturunkan dengan mudah, dan juga merupakan fungsi yang tidak turun (Siang, 2009). Salah satu fungsi yang memenuhi ketiga kriteria tersebut adalah fungsi aktivasi ReLu. Pada penelitian ini, fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi aktivasi ReLu.

Untuk variasi yang akan digunakan dalam percobaan untuk menentukan arsitektur dan parameter terbaik dalam proses pembelajaran pada Tabel 3.1.

Tabel 1. Variasi arsitektur dan parameter untuk di uji

Arsitektur dan parameter	Spesifikasi
Node pada <i>input layer</i>	14
Node pada <i>hidden layer</i>	32, 64, 128, 256
Node <i>output layer</i>	1
Fungsi aktivasi	ReLu

Learning rate	0.0001, 0.0005, 0.001, 0.005
Jumlah epoch	500, 1000
Pembaharuan Bobot	<i>Adaptive Moment Estimation</i>

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data *inputan* yang akan digunakan diambil berdasarkan masa inkubasi virus covid-19 yang terjadi antara 1 – 14 hari. Karena hal ini, seseorang yang terpapar virus covid-19 akan dapat terkonfirmasi dalam waktu 1-14 hari setelah terinfeksi. Oleh karena itu, penyebaran covid-19 dapat dipengaruhi oleh jumlah kasus covid-19 dalam 14 hari terakhir, sehingga *input* masukan yang digunakan untuk memprediksi jumlah kasus covid-19 di Indonesia adalah data 14 hari pertama sedangkan data yang menjadi targetnya adalah data pada hari ke 15.

Proses peramalan ini akan menggunakan arsitektur 14 node sebagai *input layer*, sebuah *hidden layer* dengan node maksimal 256, dimana banyak node pada *hidden layer* akan ditentukan berdasarkan model terbaik dan juga sebuah node pada *output layer* yang akan menjadi nilai keluaran ataupun nilai ramalan.

Tahapan *feed forward propagation*

Setiap node pada *hidden layer* dapat diisi dengan menjumlahkan semua hasil kali nilai *input* dengan masing-masing bobot antara *input layer* dan *hidden layer* dengan persamaan berikut $net_j^h = \sum_i X_i w_{ij}^h + w_{bias_j}^h$. Untuk keseluruhan perhitungan disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai node pada *hidden layer*

Node pada <i>hidden layer</i>	net_j^h
net_1^h	0.697832627
net_2^h	-0.232305531
net_3^h	1.2362466
net_4^h	1.116881289
net_5^h	-1.197577206

net_6^h	0.950257615
-----------	-------------

Nilai- nilai pada node di *hidden layer* kemudian dimasukkan ke dalam fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi yang digunakan dalam peramalan adalah fungsi aktivasi ReLu, dengan persamaan berikut $f(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 0 \\ x & \text{if } x > 0 \end{cases}$

Nilai keluaran pada masing-masing node pada *hidden layer* kemudian dikalikan dengan masing-masing bobot antara *hidden layer* dengan *output layer* agar memperoleh nilai *output*. Proses perhitungannya dapat mengikuti persamaan 2.3 :

$$net_k^o = \sum_j (f_j^h(net_j^h) * w_{jk}^o) + w_{bias\ k}^o$$

Nilai pada *output layer* kemudian dimasukkan ke dalam fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi yang digunakan pada bagian *output layer* adalah fungsi linear, dengan persamaan : $f(x) = x, O_k = f_k^o(net_k^o), O_k = 2.632661209$.

Perhitungan untuk mendapatkan nilai *error* menggunakan persamaan $error = Target - O_k, error = -0.60436 - 2.632661209, error = -3.23702$.

Perhitungan nilai MSE menggunakan persamaan $Mean\ Square\ Error = \frac{1}{2} \sum_{k=1} (Target - O_k)^2, Mean\ Square\ Error = 5.239$

Tahapan Backpropagation

Perbaharuan nilai bobot dan bias antara *input layer* dan *hidden layer*

$$w_{weight(t)} = w_{weight(t-1)} - \alpha * \frac{\dot{m}_{weight(t)}}{\sqrt{\dot{V}_{weight(t)} + \epsilon}}$$

$$w_{(weight(1))11}^{h\ update} = w_{weight(0)} - \alpha * \frac{\dot{m}_{weight(1)11}}{\sqrt{\dot{V}_{weight(1)11} + \epsilon}}$$

$$w_{(weight(1))11}^{h\ update} = -0.0034221 - 0.001 * \frac{-1.837959998}{\sqrt{3.378096955 + 0.00000001}}$$

$$w_{(weight(1))1}^{h\ update} = -0.00242212$$

$$w_{bias(t)} = w_{bias(t-1)} - \alpha * \frac{\dot{m}_{bias(t)}}{\sqrt{\dot{V}_{bias(t)} + \epsilon}}$$

$$w_{bias(1)1}^{h\ update} = w_{bias(0)} - \alpha * \frac{\dot{m}_{bias(1)1}}{\sqrt{\dot{V}_{bias(1)1} + \epsilon}}$$

$$w_{bias(1)1}^{h\ update} = 0.6689035 - 0.001 * \frac{3.042074546}{\sqrt{9.254217542 + 0.00000001}}$$

$$w_{bias(1)1}^{h\ update} = 0.667903543$$

Untuk hasil seluruh perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai *update* bobot dan bias pada setiap node pada *hidden layer*

Update bobot dan bias pada setiap node pada <i>hidden layer</i>	Nilai <i>update</i> bobot dan bias pada setiap node pada <i>hidden layer</i>
$w_{11}^{h \text{ update}}$	-0.00242212
$w_{12}^{h \text{ update}}$	0.153274535
$w_{13}^{h \text{ update}}$	0.004030917
$w_{14}^{h \text{ update}}$	-0.64980741
$w_{15}^{h \text{ update}}$	0.624609338
$w_{16}^{h \text{ update}}$	-0.60761896
$w_{21}^{h \text{ update}}$	-0.70832025
.	.
.	.
.	.
$w_{66}^{h \text{ update}}$	-0.84654282
$w_{bias 1}^{h \text{ update}}$	0.667903543
$w_{bias 2}^{h \text{ update}}$	0.053030784
$w_{bias 3}^{h \text{ update}}$	0.497759867
$w_{bias 4}^{h \text{ update}}$	0.835498546
$w_{bias 5}^{h \text{ update}}$	0.465185513
$w_{bias 6}^{h \text{ update}}$	0.54640892

Bobot dan bias baru yang didapatkan kemudian dipakai untuk data berikutnya hingga berulang secara terus-menerus untuk mendapatkan bobot yang paling baik, sehingga *output* yang dihasilkan mendekati target yang ada.

Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*

Untuk mendapatkan nilai-nilai parameter terbaik, maka dilakukan uji coba terhadap variasi arsitektur. Parameter-parameter yang diuji antara lain adalah jumlah *hidden layer*, dimana banyaknya node pada *hidden layer* yang akan di uji adalah 32, 64, 128 dan 256 node. Untuk *learning rate* yang akan diuji adalah 0,0001, 0,0005, 0,001, 0,005. Sedangkan untuk banyaknya *epoch* yang diuji adalah 500 dan 1000 *epoch*. Berikut adalah hasil dari variasi arsitektur uji coba.

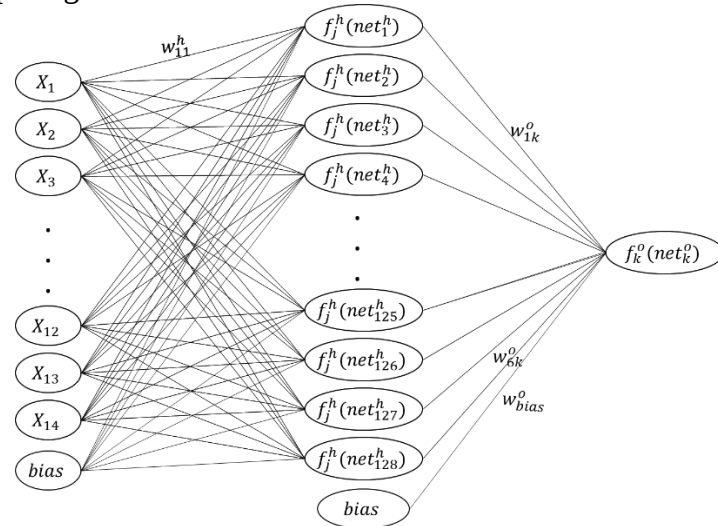
Tabel 3. Hasil variasi uji coba arsitektur dan parameter

Banyak node pada <i>hidden</i> <i>layer</i>	<i>Learning</i> <i>rate</i>	<i>Epoch</i>	MSE	R^2
32	0.0001	500	0.002417	0.943774
32	0.0001	1000	0.001664	0.961272
32	0.0005	500	0.001629	0.962099
32	0.0005	1000	0.001433	0.966672
32	0.001	500	0.001678	0.96097
32	0.001	1000	0.001542	0.964121
32	0.005	500	0.001271	0.97042
32	0.005	1000	0.002563	0.940377
64	0.0001	500	0.001728	0.959791
64	0.0001	1000	0.001281	0.970187
64	0.0005	500	0.001047	0.97564
64	0.0005	1000	0.000996	0.976834
64	0.001	500	0.001200	0.972092
64	0.001	1000	0.000769	0.982105
64	0.005	500	0.001532	0.964369
64	0.005	1000	0.001226	0.971468
128	0.0001	500	0.001274	0.970356
128	0.0001	1000	0.00125	0.970922
128	0.0005	500	0.001117	0.974013
128	0.0005	1000	0.000636	0.985206
128	0.001	500	0.001559	0.963723
128	0.001	1000	0.000591	0.986256
128	0.005	500	0.000946	0.977989
128	0.005	1000	0.001908	0.955608
256	0.0001	500	0.001181	0.972526
256	0.0001	1000	0.00083	0.980686
256	0.0005	500	0.000723	0.983181
256	0.0005	1000	0.000762	0.982281
256	0.001	500	0.000659	0.984667
256	0.001	1000	0.000597	0.986107
256	0.005	500	0.001544	0.964087
256	0.005	1000	0.001176	0.972646

Dari hasil analisis pada tabel, menunjukkan variasi nilai dari hasil training pada setiap percobaan. Dari hasil 32 percobaan, dari variasi *learning rate*, jumlah node pada *hidden layer* dan juga *epoch*, diperoleh nilai MSE terendah pada percobaan dengan banyak node pada *hidden layer* sebesar 128, nilai *learning rate* sebesar 0,001 dan *epoch* sebanyak 1000.

Setelah dilakukan percobaan terhadap arsitektur jaringan, diperoleh arsitektur terbaik dengan nilai MSE terendah yaitu sebesar 0.000591 dengan arsitektur 14 *input*

node, 128 node pada *hidden layer* dan 1 *output layer*. Adapun rancangan yang digunakan adalah pada gambar berikut.



Gambar 3. Rancangan arsitektur terbaik hasil uji coba

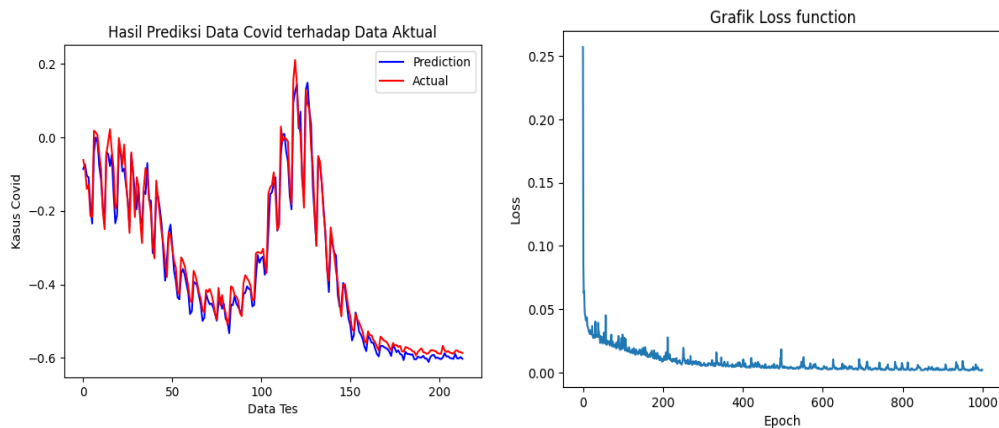
Pengujian Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*

Setelah proses pelatihan dilakukan, dan diperoleh model terbaik dengan arsitektur 14 node *input*, 128 node pada *hidden layer*, dan 1 node pada *output layer*, dan untuk nilai *learning rate* sebesar 0,001, dan jumlah *epoch* sebanyak 1000 *epoch*, akan dilakukan pengujian dengan pola pelatihan yang sudah dilakukan. Melalui program python diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil pengujian dari pola pelatihan

No	Target	Hasil prediksi
1	-6.15693903E-02	-8.57867748E-02
2	-8.49303142E-02	-7.34066814E-02
3	-1.40304356E-01	-1.03933915E-01
4	-1.29825588E-01	-1.09379932E-01
5	-2.13655735E-01	-1.82901397E-01
6	-2.15866851E-01	-2.34319523E-01
7	1.82230660E-02	-4.09233421E-02
.	.	.
.	.	.
.	.	.
214	-5.86757570E-01	-6.02648199E-01

Gambar dibawah ini menunjukkan performa dari arsitektur yang telah dipilih :



Dari hasil pengujian diperoleh nilai MAPE sebesar 1,16%.

Gambar 4. Hasil pengujian dan *Loss function*

Pembahasan

Hasil peramalan jumlah kasus harian dari model yang sudah dilatih dengan parameter yang sudah ditentukan sebelumnya menggunakan 14 data *inputan* awal dan dihitung prediksi menggunakan *feed forward propagation*. Data kasus harian yang diramal selama 14 hari mencakup tanggal 19 Februari 2023 hingga tanggal 4 Maret 2023. Berikut ini disajikan data hasil ramalan jumlah kasus hariannya pada tabel :

Tabel 5.Hasil peramalan jumlah kasus konfirmasi harian covid-19

No	Tanggal	Ramalan Konfirmasi Harian
1	19 Februari 2023	142
2	20 Februari 2023	124
3	21 Februari 2023	78
4	22 Februari 2023	131
5	23 Februari 2023	196
6	24 Februari 2023	157
7	25 Februari 2023	165
8	26 Februari 2023	114
9	27 Februari 2023	111
10	28 Februari 2023	110
11	1 Maret 2023	83
12	2 Maret 2023	110
13	3 Maret 2023	104

14	4 Maret 2023	119
----	--------------	-----

Berdasarkan hasil peramalan, diperoleh bahwa, jumlah kasus tertinggi konfirmasi harian covid-19 terjadi pada tanggal 23 Februari 2023 dengan jumlah kasus sebanyak 196 kasus, sedangkan jumlah kasus terendah konfirmasi harian covid-19 terjadi pada tanggal 1 Maret 2023 dengan jumlah kasus sebanyak 83 kasus.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian data kasus harian covid-19 di Indonesia menggunakan metode *backpropagation*, diperoleh kesimpulan antara lain :

- 1) Parameter yang terbaik dalam meramalkan jumlah kasus harian covid-19 di Indonesia adalah model (14, 128, 1) dimana terdapat 14 node pada *input layer*, 128 node pada *hidden layer*, dan 1 node pada *output layer*. Nilai *learning rate* yang paling cocok pada model sebesar 0.001 dengan jumlah *epoch* sebanyak 1000 *epoch* dimana fungsi aktivasi yang digunakan adalah ReLu.
- 2) Dengan menggunakan parameter-parameter terbaik yang telah ditentukan diperoleh nilai MAPE terkecil yaitu sebesar 1.16% dan koefisien determinasi sebesar $R^2 = 0.986256$.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Raharja, M., & Made Teja Geni Astra, I. (2018). *Prediksi Ketinggian Gelombang Laut Menggunakan Metode Backpropagation Pada Pantai Lebih Gianyar*. In *Jurnal Ilmiah ILMU KOMPUTER Universitas Udayana: Vol. XI (Issue 1)*.
- Ahmad, A. (2017). *Mengenal artificial intelligence, machine learning, neural network, dan deep learning*. *J. Teknol. Indones.*, no. October, 3.
- Ahmad, I., & Asad, S. M. (2020). *Predictions of coronavirus COVID-19 distinct cases in Pakistan through an artificial neural network*. *Epidemiology & Infection*, 148.
- Andrian, Y., & Ningsih, E. (2017, October). *Prediksi curah hujan di Kota Medan menggunakan metode Backpropagation neural network*. In *Seminar Nasional Informatika (SNIi)* (Vol. 1, No. 1, pp. 184-189).
- Balaji, S. A., & Baskaran, K. (2013). *Design and development of artificial neural networking (ANN) system using sigmoid activation function to predict annual rice production in Tamilnadu*. *arXivpreprint arXiv:1303.1913*.
- Coronavirus, W. N. (2019). situation report-1.
- Dokter, P., & Indonesia, P. (n.d.). *Pneumonia Covid-19 Diagnosis & Penatalaksanaan di Indonesia*.
- Fausett, L. V. (2006). *Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms and applications*. Pearson Education India.

- Haykin, S. (2009). *Neural networks and learning machines*, 3/E. Pearson Education India.
- Heizer, Jay, & Barry, R. 2001. *Operations Management*. New Jersey: Prentice-Hall International.
- Heru, S. (2018). *Prediksi Harga Emas Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation*.
- Indonesia, P. P. D. P. (2020). *Pneumonia Covid-19 Diagnosis & Penatalaksanaan di Indonesia*. [online][cit. 2020-02-20].
- Lesnussa, Y. A., Latuconsina, S., & Persulepsy, E. R. (2015). *Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon)*. *Jurnal Matematika Integratif*, ISSN, 1412-6184.
- Lounis, M., Torrealba-Rodriguez, O., & Conde-Gutiérrez, R. A. (2021). *Predictive models for COVID-19 cases, deaths and recoveries in Algeria*. *Results in Physics*, 30.
- Siang, J. J. (2005). *Jaringan syaraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan Matlab*. Penerbit Andi, Yogyakarta, 11.
- Singarimbun, R. N. (2019). *Adaptive Moment Estimation Untuk Meminimalkan Kuadrat Error pada Algoritma Backpropagation* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)
- Sutton, S. G., Holt, M., & Arnold, V. (2016). “The reports of my death are greatly exaggerated”—Artificial intelligence research in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, 60-73.