

Penerapan Algoritma Bayesian Regulation untuk Estimasi Posisi Cadangan Devisa Indonesia

Siti Aisyah^{1,*}, Zulkifli², Pandu Adi Cakranegara³

¹ Politeknik Negeri Media Kreatif, Medan, Indonesia

² Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia

³ Universitas Presiden, Jababeka, Indonesia

Email: ^{1,*}sitiaaisyah@polimedia.ac.id, ²zulkifli@uigm.ac.id, ³pandu.cakranegara@president.ac.id

Submitted: 22/08/2022; Accepted: 29/08/2022; Published: 30/08/2022

Abstrak—Cadangan devisa perlu di prediksi karena merupakan indikator moneter yang sangat penting untuk menunjukkan kuat atau lemahnya fundamental perekonomian suatu negara. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini untuk melakukan estimasi Posisi Cadangan Devisa Indonesia pada Akhir tahun 2022 dan 2023, sehingga pemerintah memiliki tolak ukur dan informasi dalam menentukan kebijakan ekonomi yang tepat, agar posisi cadangan devisa tetap stabil. Algoritma estimasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma Bayesian Regulation yang merupakan salah satu algoritma dari Jaringan Saraf Tiruan. Data penelitian yang digunakan adalah data Posisi Cadangan Devisa Indonesia (Juta US\$) yang diperoleh dari laporan ekonomi Bank Indonesia. Penelitian ini akan dianalisis menggunakan 3 model arsitektur jaringan 4-9-1, 4-18-1 dan 4-27-1. Berdasarkan analisis dari tiga model yang digunakan diperoleh hasil bahwa model 4-27-1 merupakan model yang terbaik, karena memiliki nilai Mean Square Error (MSE) yang lebih rendah, yaitu sebesar 0,00203297. Tolak ukur lain nya dilihat dari epoch (iterasi) yang lebih kecil dan waktu yang lebih cepat dibandingkan dua model yang lain nya walaupun sama-sama menghasilkan tingkat akurasi 100%. Sehingga disimpulkan, algoritma Bayesian Regulation cukup baik digunakan untuk melakukan estimasi posisi cadangan devisa dengan menggunakan model 4-27-1. Berdasarkan hasil prediksi, posisi cadangan devisa Indonesia pada Akhir tahun 2022 dan 2023 sedikit menurun dibandingkan tahun 2021.

Kata Kunci: Bayesian Regulation; JST, Estimasi; Cadangan Devisa; Indonesia

Abstract—Foreign exchange reserves need to be predicted because it is a significant monetary indicator to show the strength or weakness of a country's economic fundamentals. Therefore, the purpose of this study is to estimate the position of Indonesia's foreign exchange reserves at the end of 2022 and 2023 so that the government has benchmarks and information in determining the right economic policy so that the position of foreign exchange reserves remains stable. The estimation algorithm used in this study is the Bayesian Regulation algorithm, one of the Artificial Neural Network algorithms. The research data used is data on the position of Indonesia's foreign exchange reserves (US\$ million) obtained from the economic reports of Bank Indonesia. This research will be analyzed using three network architecture models 4-9-1, 4-18-1, and 4-27-1. Based on the analysis of the three models used, the results show that the 4-27-1 model is the best because it has a lower Mean Square Error (MSE) value of 0.00203297. Another benchmark is seen from more minor epochs (iterations) and faster times than the other two models, even though they both produce a 100% accuracy rate. Thus, it can be concluded that the Bayesian Regulation algorithm is good enough to estimate the position of foreign exchange reserves using the 4-27-1 model. Based on the prediction results, the part of Indonesia's foreign exchange reserves at the end of 2022 and 2023 slightly decreased compared to 2021.

Keywords: Bayesian Regulation; ANN; Estimation; Foreign Exchange Reserves; Indonesia

1. PENDAHULUAN

Cadangan devisa merupakan bagian dari tabungan nasional sehingga pertumbuhan dan besar kecilnya cadangan devisa merupakan sinyal bagi global financial markets mengenai kredibilitas kebijakan moneter dan creditworthiness suatu negara [1]–[3]. Cadangan devisa bertujuan dan bermanfaat bagi suatu individu. Motif kepemilikan cadangan devisa diidentikkan dengan motif seseorang untuk memegang uang. Motif transaksi untuk membiayai transaksi impor yang dilakukan oleh pemerintah dalam rangka mendukung proses pembangunan, motif berjaga-jaga khususnya berkaitan dengan mengelola nilai tukar, dan motif yang ketiga adalah untuk lebih memenuhi kebutuhan diversifikasi kekayaan. Cadangan devisa negara diperoleh dari kegiatan perdagangan antar negara yang dikenal dengan kegiatan ekspor dan impor [4]. Cadangan devisa memiliki peran penting dalam mengurangi fluktuasi nilai tukar dan mendorong kemajuan ekonomi suatu negara [5]. Cadangan devisa digunakan sebagai alat untuk menstabilkan fluktuasi nilai tukar untuk mengurangi permintaan dan membiayai impor, sehingga nilai tukar mata uang domestik dapat terjaga. Cadangan devisa dipengaruhi oleh ekspor, impor, serta nilai tukar rupiah (kurs). Cadangan devisa merupakan indikator moneter yang sangat penting untuk menunjukkan kuat atau lemahnya fundamental perekonomian suatu negara. Selain itu, cadangan devisa juga berpengaruh dalam tercapainya stabilitas moneter dan perekonomian makro suatu negara [6]. Berdasarkan data Bank Indonesia Posisi cadangan devisa Indonesia pada akhir Juli 2022 tetap tinggi sebesar 132,2 miliar dolar AS, meskipun menurun dibandingkan dengan posisi pada akhir Juni 2022 sebesar 136,4 miliar dolar AS. Penurunan posisi cadangan devisa pada Juli 2022 antara lain dipengaruhi oleh pembayaran utang luar negeri Pemerintah dan kebutuhan untuk stabilisasi nilai tukar Rupiah sejalan dengan masih tingginya ketidakpastian pasar keuangan global [7].

Begitu pentingnya informasi tentang posisi cadangan devisa Indonesia, maka perlu dilakukan peramalan berupa estimasi terhadap hal tersebut, agar pemerintah memiliki tolak ukur dan informasi dalam menentukan

kebijakan ekonomi yang tepat, agar posisi cadangan devisa tetap stabil dan jangan sampai menurun di masa yang akan datang. Algoritma estimasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma Bayesian Regulation yang merupakan salah satu algoritma dari Jaringan Saraf Tiruan [8]. Sebagaimana telah banyak diketahui bahwa Algoritma Jaringan Saraf Tiruan banyak digunakan untuk pemecahan masalah yang berhubungan dengan estimasi, pengenalan pola, analisis data, kontrol dan pengelompokkan. Algoritma Bayesian Regulation merupakan fungsi pelatihan jaringan yang memperbarui bobot dan nilai bias sesuai dengan optimasi Levenberg-Marquardt. Algoritma ini mampu meminimalkan kombinasi kesalahan kuadrat dan bobot, dan kemudian menentukan kombinasi yang benar sehingga menghasilkan jaringan yang digeneralisasi dengan baik [9]. Pada penelitian ini, data posisi cadangan devisa nantinya akan dibagi menjadi dua bagian, yakni data training (pelatihan) dan data testing (pengujian) yang masing-masing memiliki target yang berbeda. Sama seperti algoritma JST lainnya, algoritma ini juga menggunakan parameter dengan neuron *hidden layer* (lapisan tersembunyi) untuk memperoleh model arsitektur terbaik. Model arsitektur jaringan terbaik ini nantinya akan digunakan untuk melakukan estimasi posisi cadangan devisa di Indonesia.

Penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan sebelumnya terkait penelitian ini dan menjadi rujukan, antara lain: Penelitian dengan menggunakan algoritma *Bayesian regulation* untuk menentukan model dan kinerja terbaik dalam menyelesaikan masalah prediksi angka Partisipasi Pendidikan Formal di Indonesia Tahun 2015-2020 yang terdiri dari Angka Partisipasi Sekolah, Angka Partisipasi Kasar, dan Angka Partisipasi Murni. Berdasarkan proses analisis dan perhitungan didapatkan hasil model 2-15-1 yang terbaik dengan epoch 217 iterasi dan MSE sebesar 0,00002945 [10]. Penelitian berikutnya menggunakan algoritma *Bayesian regulation* untuk mengestimasi Indeks Produksi Industri Mikro dan Kecil menurut KBLI. Penelitian ini menggunakan tiga model arsitektur, yaitu: 5-10-20-1, 5-15-30-1 dan 5-20-40-1. Arsitektur terbaik adalah 5-10-20-1 yang menghasilkan akurasi 83%, MSE 0,0031434897 dengan tingkat target error yang digunakan 0,001 - 0,05. Berdasarkan hasil prediksi dapat diketahui bahwa Indeks Produksi Industri Mikro dan Kecil cenderung menurun, meskipun penurunannya tidak terlalu signifikan [11]. Penelitian selanjutnya dilakukan untuk melakukan peramalan usia penduduk di beberapa negara Asia menggunakan metode *Bayesian regulation*. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, dengan menggunakan teknik *Cyclical order*. Penelitian sebelumnya menggunakan 5 model arsitektur (3-5-1, 3-8-1, 3-10-1, 3-5-8-1 dan 3-5-10-1), dengan model terbaik 3-5-10-1 yang menghasilkan akurasi sebesar 97%, MSE 0.0008358919, waktu pelatihan 27 detik dan target kesalahan (error) 0,03. Sedangkan penelitian yang dilakukan ini cukup menggunakan 3 model arsitektur yang telah dimodifikasi (2-5-1, 2-10-1 dan 2-5-10-1), dengan model terbaik adalah 2-5-1. Hasilnya bahwa penelitian ini lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya. Tolak ukurnya dilihat dari target error yang lebih kecil, akurasi lebih baik (lebih dari 90%), hingga waktu pelatihan yang lebih cepat. Sehingga dapat disimpulkan, teknik *Bayesian Regulation* bekerja lebih baik dibandingkan metode yang digunakan sebelumnya [12]. Berdasarkan penelitian-penelitian terkait ini lah maka dilakukan penelitian ini, dengan harapan penelitian ini akan menghasilkan akurasi yang lebih baik dibandingkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

Secara garis besar hasil dari penelitian ini diharapkan akan memberikan kontribusi bagi pemerintah Indonesia sebagai acuan, referensi dan informasi mengenai posisi cadangan devisa Indonesia di masa yang akan datang. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi keilmuan, yakni dengan memanfaatkannya sebagai alternatif yang lebih baik untuk menyelesaikan masalah estimasi (peramalan) dan dapat dimanfaatkan oleh para akademisi untuk pengembangan keilmuan lebih lanjut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Dataset Penelitian

Dataset penelitian yang digunakan adalah data Sekunder, yaitu data Posisi Cadangan Devisa Indonesia (Juta US\$), yang bersumber dari Bank Indonesia dan Badan Pusat Statistik. Cadangan devisa yang dibahas meliputi: Emas Moneter, *Special Drawing Rights* (SDRs), *Reserve Posotion in the Fund* (RPF), Cadangan Devisa Lainnya, Uang Kertas Asing (UKA) dan Simpanan, Surat Berharga dan Tagihan Lainnya [13].

Tabel 1. Posisi Cadangan Devisa Indonesia (Juta US\$)

Cadangan Devisa	Posisi Cadangan Devisa (Juta US\$)					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Emas Moneter	2876,00	3345,53	3229,64	3843,88	4758,00	4595,16
<i>Special Drawing Rights</i> (SDRs)	1499,00	1588,14	1552,90	1541,95	1605,00	7795,37
<i>Reserve Posotion in the Fund</i> (RPF)	1056,00	1119,31	1095,83	1090,05	1135,00	1109,75
Cadangan Devisa Lainnya	110930,59	124143,39	114775,90	122707,40	128398,00	131405,10
Uang Kertas Asing (UKA) & Simpanan	11388,00	9114,56	12548,67	10326,10	10385,00	12391,55
Surat Berharga	98953,00	114449,98	101655,78	111748,33	117324,00	118341,75
Tagihan Lainnya	590,00	579,00	571,00	633,00	689,00	671,79

Cadangan Devisa	Posisi Cadangan Devisa (Juta US\$)					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jumlah	116361,59	130196,37	120654,27	129183,28	135896,00	144905,38

Berdasarkan data pada tabel 1, nilai **Jumlah** diperoleh dari Emas Moneter + *Special Drawing Rights* (SDRs) + *Reserve Posotion in the Fund* (RPF) + Cadangan Devisa Lainnya. Sedangkan nilai **Cadangan Devisa Lainnya** diperoleh dari Uang Kertas Asing (UKA) dan Simpanan + Surat Berharga + Tagihan Lainnya.

2.2 Metode yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan algoritma Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *Bayesian Regulation*. Teknik ini merupakan fungsi pelatihan jaringan yang memperbarui bobot dan nilai bias sesuai dengan optimasi *Levenberg-Marquardt*. Hal Ini dengan meminimalkan kombinasi kesalahan kuadrat dan bobot, dan kemudian menentukan kombinasi yang benar sehingga menghasilkan jaringan yang digeneralisasi dengan baik. Teknik Bayesian Regulation dapat dirumuskan sebagai berikut:

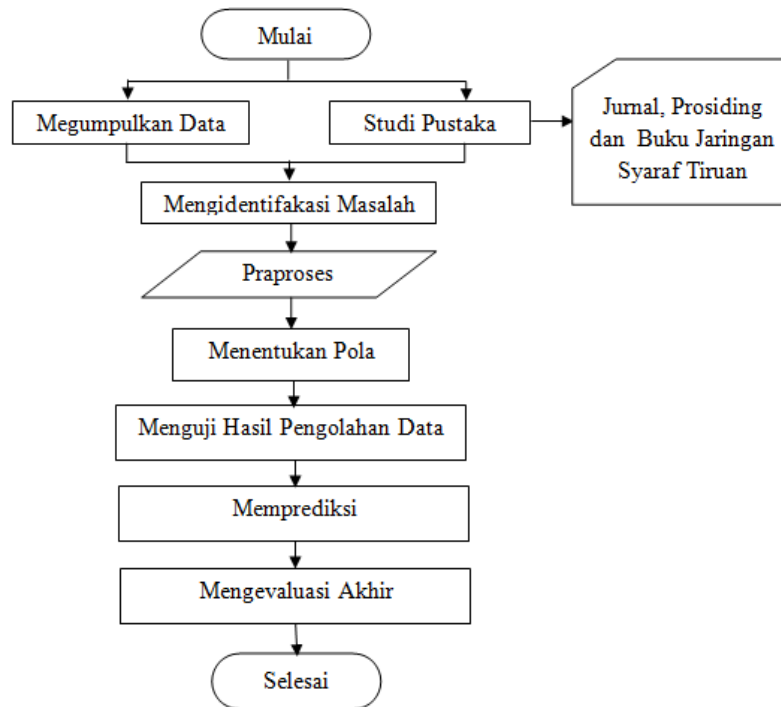
$$[net, TR] = \text{trainbr}(net, TR, \text{trainV}, \text{valV}, \text{testV}) \tag{1}$$

Keterangan :

- net = Pembentukan Jaringan Syaraf
- TR = Catatan pelatihan awal yang dibuat berdasarkan data latih
- trainV = Data pelatihan yang dibuat berdasarkan data latih
- valV = Data validasi yang dibuat berdasarkan data latih
- testV = Data uji yang dibuat berdasarkan data latih

2.3 Kerangka Kerja Penelitian

Pada bagian ini akan diuraikan metodologi dan kerangka penelitian kerja yang digunakan dalam menyelesaikan masalah penelitian.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja pada gambar 1, maka masing-masing langkah dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Mengumpulkan Data
Pada tahap ini, data-data diperoleh dari Bank Indonesia dan Badan Pusat Statistik.
- b. Studi Pustaka
Studi pustaka merupakan langkah awal dalam penelitian ini, studi pustaka ini dilakukan untuk melengkapi pengetahuan dasar dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini yang diambil dari buku-buku atau artikel jurnal.
- c. Mengidentifikasi Masalah
Pada tahap identifikasi masalah ini, dilakukan setelah semua data-data terpenuhi kemudian didapatkan *dataset* yang sesuai untuk dilakukan proses pada tahap konversi data yang didapat sesuai dengan bobot yang ditentukan.

d. Praproses

Tahapan yang dikerjakan adalah dengan melakukan perubahan terhadap beberapa tipe data pada atribut *dataset* dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap isi *record*, juga melakukan seleksi dengan memperhatikan konsistensi data, *missing value* dan *redundant* pada data.

e. Menentukan Model

Hasil dari tahap ini adalah beberapa model jaringan saraf tiruan dengan metode *Bayesian Regulation* untuk menentukan pola

f. Menguji Hasil Pengolahan Data

Setelah proses penentuan model selesai, maka dilakukan tahapan uji coba terhadap hasil pengolahan data dengan menggunakan *Software Matlab R2011b*

g. Memprediksi

Prediksi dilakukan berdasarkan (menggunakan) model arsitektur terbaik yang telah di analisis sebelumnya.

h. Mengevaluasi Akhir

Evaluasi akhir dilakukan untuk mengetahui apakah hasil pengolahan data sesuai dengan yang diharapkan.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Normalisasi

Dataset penelitian yang disajikan pada tabel 1 akan dinormalisasi menggunakan persamaan (1) [14]–[23].

$$x' = \frac{0,8(x-b)}{(a-b)} + 0,1 \tag{2}$$

Penjelasan :

x' : Transformasi data

x : Data yang akan dinormalisasi

a : Data terendah

b : Data tertinggi

0.1 dan 0.8 : Nilai default untuk melakukan Normalisasi

Data berdasarkan tabel 1 dibagi menjadi 2 bagian, yang pertama data tahun 2016-2019 digunakan sebagai data *training*, sedangkan tahun 2020 digunakan sebagai target training. Yang kedua data 2017-2020 digunakan sebagai data *testing*, sedangkan tahun 2021 digunakan sebagai target *testing*. Berdasarkan tabel data 1 akan mendapatkan hasil normalisasi sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Normalisasi Berdasarkan Tabel 1

Data	Normalisasi <i>Training</i>					Normalisasi <i>Testing</i>				
	Posisi Cadangan Devisa				Target (2020)	Posisi Cadangan Devisa				Target (2021)
2016	2017	2018	2019	2017		2018	2019	2020		
1	0,1144	0,1174	0,1166	0,1205	0,1262	0,1170	0,1163	0,1200	0,1256	0,1246
2	0,1058	0,1064	0,1061	0,1061	0,1065	0,1062	0,1060	0,1059	0,1063	0,1442
3	0,1030	0,1034	0,1033	0,1032	0,1035	0,1034	0,1032	0,1032	0,1034	0,1033
4	0,7907	0,8734	0,8147	0,8644	0,9000	0,8556	0,7983	0,8468	0,8816	0,9000
5	0,1677	0,1535	0,1750	0,1611	0,1614	0,1522	0,1732	0,1596	0,1600	0,1723
6	0,7157	0,8127	0,7326	0,7958	0,8307	0,7963	0,7181	0,7798	0,8139	0,8201
7	0,1001	0,1001	0,1000	0,1004	0,1007	0,1000	0,1000	0,1004	0,1007	0,1006

3.2 Analisis Model Arsitektur

Tidak ada aturan yang baku pada algoritma Jaringan Saraf Tiruan tentang bagaimana cara menentukan model arsitektur yang tepat. Semua nya harus *try* dan *try*, artinya terus mencoba model sampai menghasilkan atau memperoleh model yang terbaik. Pada penelitian ini akan dianalisis menggunakan tiga model arsitektur jaringan, yakni : 4-9-1, 4-18-1 dan 4-27-1. Masing-masing model ini akan di *training* dan di *testing* menggunakan tools Matlab 2011b.

Tabel 3. Hasil *Training* dan *Testing* pada Model 4-9-1

Data	Hasil <i>Training</i>				Hasil <i>Testing</i>				
	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE	Akurasi
1	0,1262	0,1152	0,0110	0,00012109	0,1246	0,1192	0,0054	0,00002923	1
2	0,1065	0,1089	-0,0024	0,00000590	0,1442	0,1091	0,0351	0,00123020	1
3	0,1035	0,1073	-0,0038	0,00001421	0,1033	0,1075	-0,0042	0,00001769	1
4	0,9000	0,8960	0,0040	0,00001600	0,9000	0,9418	-0,0418	0,00174724	1
5	0,1614	0,1614	0,0000	0,00000000	0,1723	0,1365	0,0358	0,00128007	1

Hasil Training					Hasil Testing					
Data	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE	Akurasi	
6	0,8307	0,8337	-0,0030	0,0000904	0,8201	0,9207	-0,1006	0,01011580	1	
7	0,1007	0,1056	-0,0049	0,00002363	0,1006	0,1059	-0,0053	0,00002792	1	
Jumlah SSE				0,00018988	Jumlah SSE				0,01444815	100%
MSE				0,00002713	MSE				0,00206402	

Tabel 4. Hasil Training dan Testing pada Model 4-18-1

Hasil Training					Hasil Testing					
Data	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE	Akurasi	
1	0,1262	0,1153	0,0109	0,00011890	0,1246	0,1194	0,0052	0,00002710	1	
2	0,1065	0,1087	-0,0022	0,00000497	0,1442	0,1089	0,0353	0,00124427	1	
3	0,1035	0,1071	-0,0036	0,00001275	0,1033	0,1073	-0,0040	0,00001605	1	
4	0,9000	0,8959	0,0041	0,00001681	0,9000	0,9417	-0,0417	0,00173889	1	
5	0,1614	0,1618	-0,0004	0,00000014	0,1723	0,1370	0,0353	0,00124454	1	
6	0,8307	0,8338	-0,0031	0,00000965	0,8201	0,9200	-0,0999	0,00997548	1	
7	0,1007	0,1054	-0,0047	0,00002173	0,1006	0,1057	-0,0051	0,00002584	1	
Jumlah SSE				0,00018495	Jumlah SSE				0,01427218	100%
MSE				0,00002642	MSE				0,00203888	

Tabel 5. Hasil Training dan Testing pada Model 4-27-1

Hasil Training					Hasil Testing					
Data	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE	Akurasi	
1	0,1262	0,1154	0,0108	0,00011673	0,1246	0,1195	0,0051	0,00002607	1	
2	0,1065	0,1087	-0,0022	0,00000497	0,1442	0,1088	0,0354	0,00125134	1	
3	0,1035	0,1071	-0,0036	0,00001275	0,1033	0,1072	-0,0039	0,00001525	1	
4	0,9000	0,8959	0,0041	0,00001681	0,9000	0,9418	-0,0418	0,00174724	1	
5	0,1614	0,1619	-0,0005	0,00000023	0,1723	0,1372	0,0351	0,00123047	1	
6	0,8307	0,8338	-0,0031	0,00000965	0,8201	0,9198	-0,0997	0,00993557	1	
7	0,1007	0,1053	-0,0046	0,00002081	0,1006	0,1056	-0,0050	0,00002484	1	
Jumlah SSE				0,00018194	Jumlah SSE				0,01423079	100%
MSE				0,00002599	MSE				0,00203297	

Berdasarkan hasil *training* dan hasil *testing* pada tabel 3, tabel 4 dan tabel 5, dapat dijelaskan sebagai berikut :

Target = Diperoleh dari normalisasi berdasarkan persamaan (2), menggunakan *Microsoft Excel*

Output = Diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan *Matlab*

Error = Diperoleh dari nilai Target – Output

SSE (*Sum Square Error*) = Diperoleh dari nilai Error di pangkatkan 2.

Jlh SSE = Diperoleh dari Total seluruh SSE

MSE (*Mean Square Error*) = Diperoleh dari jumlah SSE dibagi dengan 7 (banyak nya dataset)

Hasil = 1 (*true*) dan 0 (*false*). 1 diperoleh jika nilai Error <=0,04. Selain itu bernilai 0,04 merupakan target Error yang digunakan pada penelitian ini.

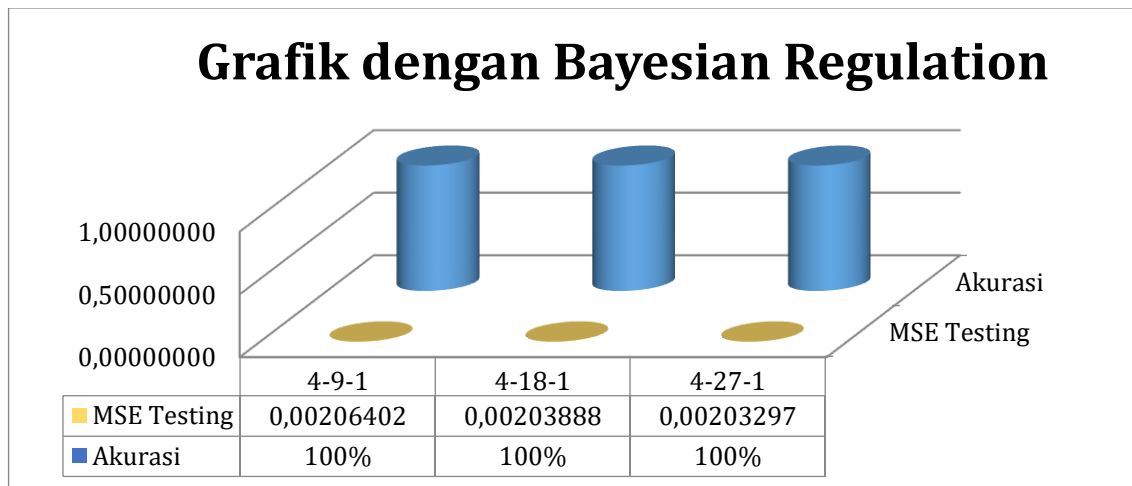
3.3 Penentuan Model Terbaik

Berdasarkan penyajian hasil pelatihan dan pengujian pada tabel 3, tabel 4 dan tabel 5 yang merupakan hasil perhitungan dari masing-masing model arsitektur jaringan yang digunakan pada penelitian ini, maka selanjutnya dapat ditentukan model terbaik dari masing-masing model yang digunakan.

Tabel 6. Perbandingan Model Arsitektur

Algoritma Bayesian Regulation						
Model	Epoch (Iterasi)	Waktu Training	MSE Training	MSE Testing	Target Error	Akurasi
4-9-1	1264	00.15	0,00002713	0,00206402		100%
4-18-1	803	00.12	0,00002642	0,00203888	0,04	100%
4-27-1	590	00.09	0,00002599	0,00203297		100%

Tabel 6 merupakan perbandingan dari masing-masing model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini. Secara garis besar model arsitektur 4-27-1 merupakan model arsitektur terbaik walaupun sama-sama memiliki tingkat akurasi 100%. Hal ini dikarenakan model tersebut menghasilkan epoch (iterasi) yang lebih kecil dibandingkan dengan dua model yang lain nya, waktu training lebih cepat, dan terutama nilai MSE (*Mean Square Error*) nya yang paling rendah dibandingkan dengan 2 (dua) model yang lain. Seperti yang perlu diketahui, bahwa semakin kecil kesalahan (*error*) maka hasilnya semakin baik.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Model Arsitektur

Gambar 2 merupakan grafik dari hasil model arsitektur yang digunakan. 3 (Tiga) model yang digunakan pada penelitian ini nyaris sama kemampuannya, hanya sedikit perbedaan pada nilai MSE (*Mean Square Error*), dan model arsitektur 4-27-1 merupakan model yang terbaik karena menghasilkan nilai MSE Testing yang lebih rendah dibandingkan dua model yang lain, yakni 0,00203297.

3.4 Estimasi

Estimasi diperoleh berdasarkan model terbaik 4-27-1 dengan menggunakan rumus persamaan (3) [24].

$$\text{Estimasi} = \frac{(x-0,1)(b-a)}{0,8} + a \tag{3}$$

Penjelasan :

- x* : Target yang akan di estimasi
- a* : Data terendah
- b* : Data tertinggi
- 0.1 dan 0.8 : Nilai default untuk melakukan estimasi

Tabel 7. Perbandingan Data Awal Posisi Cadangan Devisa dan Hasil Estimasi

No	Cadangan Devisa	Posisi Cadangan Devisa (Juta US\$)			Hasil Estimasi	
		2019	2020	2021	2022	2023
1	Emas Moneter	3843,88	4758,00	4595,16	3843,88	4758,00
2	Special Drawing Rights (SDRs)	1541,95	1605,00	7795,37	1541,95	1605,00
3	Reserve Posotion in the Fund (RPF)	1090,05	1135,00	1109,75	1090,05	1135,00
4	Cadangan Devisa Lainnya	122707,40	128398,00	131405,10	122707,40	128398,00
5	Uang Kertas Asing (UKA) dan Simpanan	10326,10	10385,00	12391,55	10326,10	10385,00
6	Surat Berharga	111748,33	117324,00	118341,75	111748,33	117324,00
7	Tagihan Lainnya	633,00	689,00	671,79	633,00	689,00
Jumlah		129183,28	135896,00	144905,38	129183,28	135896,00

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma Bayesian Regulation cukup baik digunakan untuk melakukan estimasi posisi cadangan devisa dengan menggunakan model 4-27-1, selain menghasilkan akurasi 100%, Mean Square Error (MSE) juga lebih rendah, yaitu sebesar 0,00203297. Tolak ukur lain nya dilihat dari epoch yang lebih kecil yakni sebesar 590 iterasi dan waktu yang lebih cepat (9 detik) dibandingkan dua model yang lain nya. Akan tetapi model ini masih perlu dikaji dan diuji kembali dengan data penelitian yang berbeda, karena bisa saja model arsitektur terbaik pada penelitian ini tidak cukup baik apabila digunakan dengan data penelitian yang berbeda. Sedangkan berdasarkan hasil estimasi, posisi cadangan devisa Indonesia pada Akhir tahun 2022 dan 2023 sedikit menurun dibandingkan tahun 2021, sehingga hal ini perlu diwaspadai oleh pemerintah Indonesia, khusus nya Bank Indonesia.

REFERENCES

- [1] D. L. Syukuriyah and L. R. Indrawati, “Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Cadangan Devisa Di Indonesia (Periode Tahun 1991-2020),” *Jurnal Kajian Ekonomi dan Kebijakan Publik*, vol. 7, no. 1, pp. 81–91, 2022.

- [2] Diah Ayu Caroline, B. Ismanto, and D. S. Sitorus, “Pengaruh Nilai Tukar Rupiah dan Inflasi Terhadap Cadangan Devisa Periode Tahun 1989-2019,” *Ecodunamika : Jurnal Pendidikan Ekonomi*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [3] W. S. Sari, A. M. Hidayah, F. N. Hidayati, and M. Arista, “Analisis Pengaruh Kurs Dolar Amerika Serikat Dan BI Rate Terhadap Cadangan Devisa Indonesia,” *Ecodunamika : Jurnal Pendidikan Ekonomi*, vol. 4, no. 1, pp. 1–16, 2021.
- [4] F. Astuty, “Pengaruh Produk Domestik Bruto, Ekspor Dan Kurs Terhadap Cadangan Devisa Di Indonesia,” *JPEK (Jurnal Pendidikan Ekonomi dan Kewirausahaan)*, vol. 4, no. 2, pp. 301–313, 2020.
- [5] H. Juliansyah, P. Moulida, and A. Apridar, “Analisis Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Cadangan Devisa Indonesia Bukti (Kointegrasi dan Kausalitas),” *Jurnal Ekonomi Regional Unimal*, vol. 3, no. 2, pp. 32–46, 2020.
- [6] L. L. Khusnatun and D. M. Hutajulu, “Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Cadangan Devisa Indonesia,” *Ekono Insentif*, vol. 15, no. 2, pp. 79–92, 2021.
- [7] E. Haryono, “Cadangan Devisa Juli 2022 Tetap Tinggi,” *Informasi tentang Bank Indonesia*, 2022. [Online]. Available: https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_2420422.aspx. [Accessed: 02-Aug-2022].
- [8] D. Gong, J. Feng, W. Xiao, and S. Sun, “Spectral Reconstruction Based on Bayesian Regulation Neural Network,” in *Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol. 179, R. Kountchev, S. Patnaik, J. Shi, and M. N. Favorskaya, Eds. Springer, 2019, pp. 77–85.
- [9] T. Afriliansyah *et al.*, “Implementation of Bayesian Regulation Algorithm for Estimation of Production Index Level Micro and Small Industry,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [10] P. Setiaji *et al.*, “Best Model and Performance of Bayesian Regularization Method for Data Prediction,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1933, no. 1, 2021.
- [11] T. Afriliansyah *et al.*, “Implementation of Bayesian Regulation Algorithm for Estimation of Production Index Level Micro and Small Industry,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, p. 012027, 2019.
- [12] R. Puspadini, A. Wanto, and N. Arminarahmah, “Penerapan ML dengan Teknik Bayesian Regulation untuk Peramalan,” *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 3, no. 3, pp. 147–155, 2022.
- [13] B. Indonesia, “Posisi Cadangan Devisa (Juta US\$),” *Badan Pusat Statistik*, 2022. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/13/1091/1/posisi-cadangan-devisa.html>. [Accessed: 02-Aug-2022].
- [14] N. L. W. S. R. Ginantra, A. D. GS, S. Andini, and A. Wanto, “Pemanfaatan Algoritma Fletcher-Reeves untuk Penentuan Model Prediksi Harga Nilai Ekspor Menurut Golongan SITC,” *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 3, no. 4, pp. 679–685, 2022.
- [15] P. Parulian *et al.*, “Analysis of Sequential Order Incremental Methods in Predicting the Number of Victims Affected by Disasters,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1255, no. 1.
- [16] E. Siregar, H. Mawengkang, E. B. Nababan, and A. Wanto, “Analysis of Backpropagation Method with Sigmoid Bipolar and Linear Function in Prediction of Population Growth,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1255, no. 1.
- [17] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, “Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia,” *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018.
- [18] W. Saputra, J. T. Hardinata, and A. Wanto, “Implementation of Resilient Methods to Predict Open Unemployment in Indonesia According to Higher Education Completed,” *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, vol. 3, no. 1, pp. 163–174, 2019.
- [19] N. L. W. S. R. Ginantra *et al.*, “Performance One-step secant Training Method for Forecasting Cases,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1933, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [20] M. F. Rozi, D. Hartama, I. P. Sari, R. Dewi, and Z. A. Siregar, “Backpropagation Model in Predicting the Location of Prospective Freshman Schools for Promotion Optimization,” *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 1, pp. 23–30, 2022.
- [21] N. Arminarahmah, S. D. Rizki, O. A. Putra, U. Islam, K. Muhammad, and A. Al, “Performance Analysis and Model Determination for Forecasting Aluminum Imports Using the Powell-Beale Algorithm,” *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, vol. 5, no. 5, pp. 624–632, 2022.
- [22] A. Wanto, S. Defit, and A. P. Windarto, “Algoritma Fungsi Pelatihan pada Machine Learning berbasis ANN untuk Peramalan Fenomena Bencana,” *RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 254–264, 2021.
- [23] A. Perdana, S. Defit, and A. Wanto, “Optimalisasi Parameter dengan Cross Validation dan Neural Back-propagation Pada Model Prediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil,” *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 01, no. 11, pp. 34–42, 2021.
- [24] S. Setti and A. Wanto, “Analysis of Backpropagation Algorithm in Predicting the Most Number of Internet Users in the World,” *JOIN (Jurnal Online Informatika)*, vol. 3, no. 2, pp. 110–115, 2018.