

Peramalan Jumlah Kasus Baru HIV Menurut Provinsi Menggunakan Machine Learning dengan Teknik Levenberg-Marquardt

Irfani Zuhrufillah^{1,*}, Fitri Anggraini², Rizki Dewantara³

¹ Universitas Harapan Bangsa, Purwokerto, Indonesia

² STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

³ Institut Teknologi Bisnis dan Kesehatan Bhakti Putra Bangsa Indonesia, Purworejo, Indonesia

Email: ^{1,*}irfanizuhrufillah@uhb.ac.id, ²fitrianggraini@stikomtb.ac.id, ³dewantararizki@ibisa.ac.id

Submitted: 23/08/2022; Accepted: 29/08/2022; Published: 30/08/2022

Abstrak—Deteksi HIV sejak dini merupakan langkah penting untuk mengurangi penularannya dan meningkatkan keberhasilan pengobatan HIV. Semakin cepat HIV terdeteksi, semakin cepat pula penanganan dapat dilakukan, sehingga infeksi ini dapat dikendalikan dan tidak berkembang menjadi AIDS. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini untuk melakukan peramalan Jumlah Kasus Baru HIV di Indonesia berdasarkan 34 Provinsi, agar pemerintah memperoleh informasi sejak dini sehingga dapat menentukan kebijakan yang tepat untuk menekan meningkatnya jumlah kasus baru HIV di Indonesia. Peramalan pada penelitian ini diusulkan menggunakan algoritma Machine Learning dengan teknik Levenberg-Marquardt. Data penelitian yang digunakan adalah data jumlah kasus baru HIV menurut Provinsi yang diperoleh dari buku Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2021 yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Penelitian ini akan dianalisis menggunakan 3 model arsitektur jaringan 3-15-1, 3-20-1 dan 3-25-1. Berdasarkan analisis dari tiga model yang digunakan diperoleh hasil bahwa model 3-15-1 merupakan model yang terbaik karena menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua model yang lain, yakni sebesar 88%. Sehingga disimpulkan, teknik Levenberg-Marquardt dengan model 3-15-1 cukup baik digunakan untuk melakukan peramalan kasus baru HIV di Indonesia. Berdasarkan hasil prediksi, jumlah kasus baru HIV menurut provinsi di Indonesia pada Akhir tahun 2022 menurun cukup signifikan dibandingkan tahun 2021, yakni 24668 berbanding 36902 atau menurun sekitar 12 ribu kasus.

Kata Kunci: Peramalan; HIV; Kasus Baru; Machine Learning; Levenberg-Marquardt

Abstract—Early detection of HIV is a crucial step to reducing transmission and increasing the success of HIV treatment. The sooner HIV is detected, the sooner treatment can be carried out so that this infection can be controlled and does not develop into AIDS. Therefore, the purpose of this study is to forecast the Number of New HIV Cases in Indonesia based on 34 Provinces so that the government can obtain information early on to determine the right policy to suppress the increasing number of new HIV cases in Indonesia. This research proposes forecasting using a Machine Learning algorithm with the Levenberg-Marquardt technique. The research data is data on the number of new HIV cases by province obtained from the 2021 Indonesian Health Profile book issued by the Ministry of Health of the Republic of Indonesia. This research will be analyzed using three network architecture models, 3-15-1, 3-20-1 and 3-25-1. Based on the analysis of the three models used, the results show that the 3-15-1 model is the best because it produces a higher accuracy level than the other two models, which is 88%. It can be concluded that the Levenberg-Marquardt technique with the 3-15-1 model is quite suitable for forecasting new cases of HIV in Indonesia. Based on the prediction results, the number of new HIV cases by the province in Indonesia at the end of 2022 decreased significantly compared to 2021, which was 24668 compared to 36902 or reduced by around 12 thousand cases.

Keywords: Forecasting; HIV; New Cases; Machine Learning; Levenberg-Marquardt

1. PENDAHULUAN

Human Immunodeficiency Virus (HIV) merupakan virus yang menginfeksi sel darah putih yang menyebabkan turunnya kekebalan tubuh manusia, sehingga sangat mudah untuk terinfeksi berbagai macam penyakit lain. HIV dan AIDS masih kerap dianggap sebagai satu penyakit yang sama [1]. Tidak mengherankan memang karena di berbagai literatur, penyebutan keduanya sering disatukan; misalnya “HIV dan AIDS” atau ditulis ‘HIV/AIDS’. Padahal, HIV dan AIDS adalah dua kondisi yang berbeda. Perbedaan HIV dan AIDS selanjutnya bisa dilihat dari kemungkinan seseorang terkena keduanya secara bersamaan. Perlu diingat bahwa HIV adalah virus penyebab infeksi, sedangkan AIDS adalah kondisi akhir yang dapat disebabkan karena infeksi virus tersebut berlangsung jangka panjang [2]. Maka teorinya, seseorang bisa saja terkena HIV dan AIDS sekaligus. Namun begitu, tidak semua pengidap HIV akan otomatis memiliki AIDS di kemudian hari, karena bisa saja seseorang yang mengidap HIV, tapi tidak terkena AIDS. Tetapi seseorang yang ter diagnosis positif AIDS sudah pasti memiliki infeksi HIV didalam tubuhnya. Kementerian Kesehatan melaporkan, jumlah kasus baru HIV turun 16,5% dari 50.282 kasus pada 2019 menjadi 41.987 pada 2020. Sedangkan pada tahun 2021 turun kembali menjadi 36.902. Penderita HIV yang dilaporkan didominasi usia produktif dan tua [3]. Penderita tertinggi berasal dari rentang usia 25 hingga 49 tahun dengan persentase 69,9% pada 2020. Kemudian disusul rentang usia 20-24 tahun sebesar 15,8% dan di atas 50 tahun sebesar 9,1%. Sementara itu, sebanyak 2,9% penderita HIV berasal dari usia 15-19 tahun dan usia di bawah 4 tahun sebesar 1,5%. Terakhir, persentase terkecil penderita HIV yang dilaporkan terdapat pada usia 5 hingga 14 tahun sebesar 0,8% [4].

Informasi tentang penting nya jumlah kasus baru HIV di Indonesia yang tersebar di 34 provinsi serta bahaya dari penyebarannya, sehingga perlu dilakukan peramalan terhadap hal tersebut, agar pemerintah sedini mungkin memperoleh informasi tentang jumlah kasus baru HIV di Indonesia dan dapat membuat kebijakan

maupun langkah-langkah nyata sehingga kasus HIV dapat di tekan dan jangan sampai meningkat di masa yang akan datang. Algoritma peramalan yang diusulkan pada penelitian ini adalah algoritma machine learning dengan teknik Levenberg-Marquardt yang merupakan salah satu teknik dari algoritma Jaringan Saraf Tiruan [5]. Sebagaimana telah banyak diketahui bahwa Algoritma Jaringan Saraf Tiruan banyak digunakan untuk pemecahan masalah yang berhubungan dengan peramalan [6]–[15]. Selain itu teknik Levenberg-Marquardt seringkali merupakan algoritma backpropagation tercepat di toolbox, dan sangat direkomendasikan sebagai algoritma pengawasan pilihan pertama, meskipun membutuhkan lebih banyak memori daripada algoritma lain [16].

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi rujukan penelitian ini, diantaranya: Penelitian untuk memprediksi tingkat pengangguran terbuka di Indonesia pada tiap semester dengan menggunakan metode Levenberg-Marquardt. Ada 5 model arsitektur yang digunakan pada penelitian tersebut, antara lain 6-2-5-2, 6-5-6-2, 6-5-8-2, 6-5-10-2 dan 6-8-12-2. Berdasarkan analisis dari penggunaan lima model tersebut dapat disimpulkan bahwa model terbaik adalah 6-5-10-2 yang menghasilkan epoch sebesar 13 iterasi, MSE di bulan Februari 0.0109696004, MSE di bulan Agustus 0.0233797200 dengan akurasi sebesar 88% [17]. Penelitian berikutnya menggunakan metode Levenberg-Marquardt untuk melakukan prediksi tingkat kriminalitas di kota Pematangsiantar. Ada 5 model arsitektur yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 3-30-1, 3-31-1, 3-32-1, 3-36-1 dan 3-38-1. Berdasarkan 5 model arsitektur yang digunakan, arsitektur terbaik adalah 3-36-1 dengan tingkat akurasi 85%, MSE 0.1465119, dan epoch 77 iterasi, dengan akurasi sebesar 85%. Hasil prediksi yang diperoleh pada tahun 2020 tingkat kriminal berjumlah 394, tahun 2021 berjumlah 238, dan tahun 2022 berjumlah 170 orang. Hal ini berarti tingkat kriminalitas di kota Pematangsiantar semakin menurun dari tahun ke tahun [18]. Penelitian selanjutnya menggunakan Data Mining dengan metode Metode Multiple Linier Regression untuk memprediksi Pertumbuhan Jumlah Penderita HIV di Sumatera Utara. Variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini meliputi: Jumlah Orang yang dites HIV (X1), Jumlah Penderita HIV Positif di rujuk ke PDP (X2), Jumlah Penderita HIV Positif di kaji gejala TB (X3), Jumlah Kondom yang diberikan ke klien (X4) dan Variabel tidak bebas yaitu: Jumlah Penderita HIV Positif (Y). Hasil dari penelitian ini berupa prediksi jumlah penderita HIV setiap bulan nya [19].

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi keilmuan, yakni dengan memanfaatkannya sebagai alternatif yang lebih baik untuk menyelesaikan masalah peramalan dan dapat dimanfaatkan oleh para akademisi untuk pengembangan keilmuan lebih lanjut. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pemerintah Indonesia sebagai acuan, referensi dan informasi mengenai kasus baru HIV Indonesia pada 34 provinsi di akhir tahun 2022.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan adalah data jumlah kasus baru HIV menurut Provinsi yang diperoleh dari buku Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2021 yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia [3].

Tabel 1. Jumlah Kasus Baru HIV di Indonesia

No	Provinsi	Jumlah Kasus Baru HIV				
		2017	2018	2019	2020	2021
1	Aceh	111	155	174	139	175
2	Sumatera Utara	1.914	1.999	2.463	2.193	1.904
3	Sumatera Barat	563	624	541	403	364
4	Riau	711	539	558	761	476
5	Jambi	278	246	131	167	187
6	Sumatera Selatan	486	508	601	556	521
7	Bengkulu	95	107	177	104	146
8	Lampung	580	524	568	589	526
9	Kepulauan Bangka Belitung	268	205	234	219	184
10	Kepulauan Riau	1.105	1.033	854	757	669
11	DKI Jakarta	6.626	6.896	6.701	4.931	4.358
12	Jawa Barat	5.819	5.185	6.066	5.666	5.337
13	Jawa Tengah	5.425	5.400	5.630	5.531	4.569
14	DI Yogyakarta	723	833	714	591	567
15	Jawa Timur	8.204	8.608	8.935	7.157	5.872
16	Banten	1.315	1.334	1.643	1.480	1.392
17	Bali	2.441	2.211	2.283	1.704	1.571
18	Nusa Tenggara Barat	222	192	258	278	207
19	Nusa Tenggara Timur	837	842	821	584	429

No	Provinsi	Jumlah Kasus Baru HIV				
		2017	2018	2019	2020	2021
20	Kalimantan Barat	608	692	698	682	531
21	Kalimantan Tengah	119	122	222	286	257
22	Kalimantan Selatan	572	297	474	283	419
23	Kalimantan Timur	1.202	1.126	1.301	965	1.089
24	Kalimantan Utara	172	166	199	138	130
25	Sulawesi Utara	516	555	673	432	508
26	Sulawesi Tengah	200	292	350	317	227
27	Sulawesi Selatan	1.366	1.174	1.537	1.183	1.227
28	Sulawesi Tenggara	134	106	180	123	193
29	Gorontalo	51	74	48	84	109
30	Sulawesi Barat	37	26	69	27	31
31	Maluku	688	462	462	378	320
32	Maluku Utara	145	200	267	230	257
33	Papua Barat	409	380	697	405	360
34	Papua	4.358	3.546	3.753	2.644	1.790
Jumlah		48.300	46.659	50.282	41.987	36.902

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat 10 provinsi dengan jumlah kasus baru HIV tertinggi (diatas 1000 kasus), diantaranya: Jawa Timur dengan 5.872 kasus, Jawa Barat 5.337 kasus, Jawa Tengah 4.569 kasus, DKI Jakarta 4.358 kasus, Sumatera Utara 1.904 kasus, Papua 1.790 kasus, Bali 1.571 kasus, Banten 1.392 kasus, Sulawesi Selatan 1.227 kasus dan Kalimantan Timur 1.089 kasus. Akan tetapi dari total seluruh provinsi, jumlah kasus baru HIV terjadi penurunan dari tahun 2020 ke tahun 2021 sebesar 5.085 kasus.

2.2 Levenberg-Marquardt

Penelitian ini menggunakan algoritma Machine Learning dengan Teknik Levenberg-Marquardt yang nantinya akan di latih dan diuji dengan tools Matlab 2011b. Teknik ini merupakan fungsi pelatihan jaringan yang memperbarui bobot dan nilai bias sesuai dengan optimasi *Levenberg-Marquardt*. Selain itu teknik Levenberg-Marquardt seringkali merupakan algoritma backpropagation tercepat di toolbox, dan sangat direkomendasikan sebagai algoritma pengawasan pilihan pertama, meskipun membutuhkan lebih banyak memori daripada algoritma lain. Teknik Levenberg-Marquardt dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

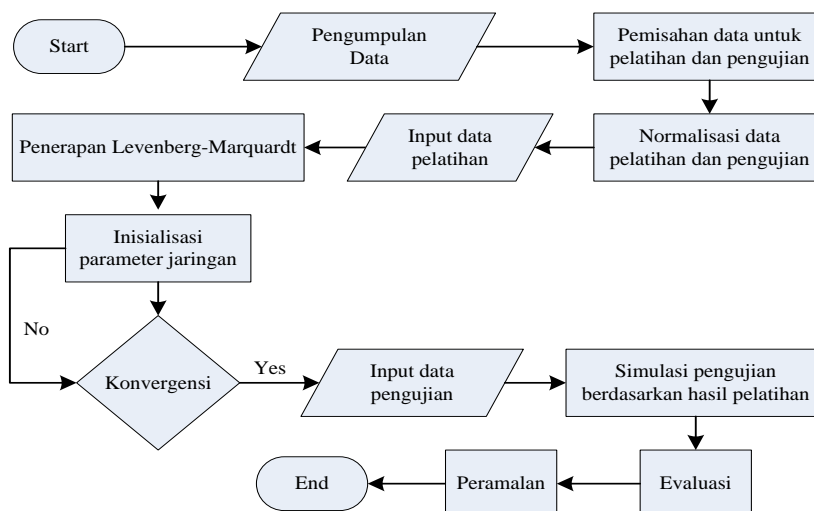
Keterangan :

net = Pembentukan Jaringan Syaraf, TR = Catatan pelatihan awal yang dibuat berdasarkan data latih, trainlm = Fungsi pelatihan Levenberg-Marquardt, trainV = Data pelatihan yang dibuat berdasarkan data latih, valV = Data validasi yang dibuat berdasarkan data latih, testV = Data uji yang dibuat berdasarkan data latih. dan kembali;

- net = Pelatihan jaringan
- TR = Catatan pelatihan dari berbagai nilai di setiap epoch (iterasi)

2.3 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Berdasarkan gambar 1 dapat dijelaskan bahwa langkah pertama yang dilakukan dari tahapan penelitian adalah mengumpulkan dataset penelitian (Berdasarkan tabel 1). Langkah berikutnya memisahkan dataset penelitian menjadi 2 kelompok, yakni untuk data pelatihan dan pengujian. Tahapan berikutnya melakukan normalisasi data pelatihan dan pengujian dengan menggunakan rumus persamaan (2) [20]–[26].

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

Penjelasan :

x' : Transformasi data

x : Data yang akan dinormalisasi

a : Data terendah

b : Data tertinggi

0.1 / 0.8 : Nilai default untuk melakukan Normalisasi

Selanjutnya data pelatihan yang sudah dinormalisasi dimasukkan kedalam aplikasi Matlab 2011b untuk di proses, dilanjutkan dengan membuat jaringan saraf multi layer (input data pelatihan). Selanjutnya penerapan machine learning dengan teknik *Levenberg-Marquardt*. Pembuatan jaringan saraf multi layer ini menggunakan fungsi *tansig* dan *logsig*. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan inialisasi parameter jaringan berdasarkan fungsi pelatihan yang digunakan (*trainlm*). Kemudian memasukkan perintah untuk dilakukan proses pelatihan dan melihat hasil saat performance ditemukan. Apabila hasil pelatihan mencapai konvergensi, maka akan dilanjutkan memasukkan data pengujian yang sudah dinormalisasi. Tetapi jika hasil pelatihan belum mencapai konvergensi, maka kembali ke tahap inialisasi parameter jaringan. Tahapan berikutnya dilanjutkan dengan simulasi data uji berdasarkan hasil pelatihan. Apabila semua sudah dilakukan, tahapan selanjutnya adalah melakukan evaluasi untuk melihat model arsitektur terbaik berdasarkan tingkat akurasi terbaik. Tahapan akhir melakukan peramalan jumlah kasus baru HIV menurut Provinsi berdasarkan model arsitektur terbaik yang telah terpilih.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembagian Data dan Normalisasi

Berdasarkan tabel 1, data akan dibagi menjadi dua bagian (data pelatihan dan data pengujian). Data pelatihan menggunakan data tahun 2017-2019 sebagai input dan data tahun 2020 sebagai target (output). Sedangkan untuk data pengujian menggunakan data tahun 2018-2020 sebagai input dan data tahun 2021 sebagai target (output). Langkah selanjutnya melakukan normalisasi menggunakan rumus persamaan (2) yang sudah dibahas sebelumnya. Hasil normalisasi dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Normalisasi Berdasarkan Tabel 1

Provinsi	Normalisasi Data Pelatihan				Normalisasi Data Pengujian			
	Posisi Cadangan Devisa			Target (2020)	Posisi Cadangan Devisa			Target (2021)
	2017	2018	2019		2018	2019	2020	
1	0,1076	0,1116	0,1133	0,1101	0,1116	0,1133	0,1101	0,1134
2	0,2695	0,2772	0,3188	0,2946	0,2772	0,3188	0,2946	0,2686
3	0,1482	0,1537	0,1462	0,1339	0,1537	0,1462	0,1339	0,1304
4	0,1615	0,1461	0,1478	0,1660	0,1461	0,1478	0,1660	0,1404
5	0,1226	0,1198	0,1094	0,1127	0,1198	0,1094	0,1127	0,1145
6	0,1413	0,1433	0,1516	0,1476	0,1433	0,1516	0,1476	0,1444
7	0,1062	0,1073	0,1136	0,1070	0,1073	0,1136	0,1070	0,1108
8	0,1497	0,1447	0,1487	0,1506	0,1447	0,1487	0,1506	0,1449
9	0,1217	0,1161	0,1187	0,1173	0,1161	0,1187	0,1173	0,1142
10	0,1969	0,1904	0,1744	0,1656	0,1904	0,1744	0,1656	0,1577
11	0,6927	0,7169	0,6994	0,5405	0,7169	0,6994	0,5405	0,4890
12	0,6202	0,5633	0,6424	0,6065	0,5633	0,6424	0,6065	0,5769
13	0,5848	0,5826	0,6032	0,5943	0,5826	0,6032	0,5943	0,5079
14	0,1626	0,1725	0,1618	0,1507	0,1725	0,1618	0,1507	0,1486
15	0,8344	0,8706	0,9000	0,7403	0,8706	0,9000	0,7403	0,6250
16	0,2157	0,2175	0,2452	0,2306	0,2175	0,2452	0,2306	0,2227
17	0,3169	0,2962	0,3027	0,2507	0,2962	0,3027	0,2507	0,2387
18	0,1176	0,1149	0,1208	0,1226	0,1149	0,1208	0,1226	0,1163
19	0,1728	0,1733	0,1714	0,1501	0,1733	0,1714	0,1501	0,1362
20	0,1523	0,1598	0,1603	0,1589	0,1598	0,1603	0,1589	0,1453
21	0,1084	0,1086	0,1176	0,1233	0,1086	0,1176	0,1233	0,1207

Provinsi	Normalisasi Data Pelatihan				Normalisasi Data Pengujian			
	Posisi Cadangan Devisa			Target (2020)	Posisi Cadangan Devisa			Target (2021)
	2017	2018	2019		2018	2019	2020	
22	0,1490	0,1243	0,1402	0,1231	0,1243	0,1402	0,1231	0,1353
23	0,2056	0,1988	0,2145	0,1843	0,1988	0,2145	0,1843	0,1955
24	0,1131	0,1126	0,1155	0,1101	0,1126	0,1155	0,1101	0,1093
25	0,1440	0,1475	0,1581	0,1365	0,1475	0,1581	0,1365	0,1433
26	0,1156	0,1239	0,1291	0,1261	0,1239	0,1291	0,1261	0,1180
27	0,2203	0,2031	0,2357	0,2039	0,2031	0,2357	0,2039	0,2078
28	0,1097	0,1072	0,1138	0,1087	0,1072	0,1138	0,1087	0,1150
29	0,1022	0,1043	0,1020	0,1052	0,1043	0,1020	0,1052	0,1075
30	0,1010	0,1000	0,1039	0,1001	0,1000	0,1039	0,1001	0,1004
31	0,1594	0,1392	0,1392	0,1316	0,1392	0,1392	0,1316	0,1264
32	0,1107	0,1156	0,1216	0,1183	0,1156	0,1216	0,1183	0,1207
33	0,1344	0,1318	0,1603	0,1340	0,1318	0,1603	0,1340	0,1300
34	0,4890	0,4161	0,4347	0,3351	0,4161	0,4347	0,3351	0,2584

3.2 Analisis Data Pelatihan dan Pengujian

Setelah tahapan normalisasi selesai dilakukan, selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap model arsitektur jaringan yang akan digunakan dan melatihnya menggunakan teknik Levenberg-Marquardt dengan bantuan aplikasi Matlab-2011b. Model yang digunakan adalah 3-15-1 (3 input, 15 neuron hidden layer, 1 output), 3-20-1 (3 input, 20 neuron hidden layer, 1 output), dan 3-25-1 (3 input, 25 neuron hidden layer, 1 output). Sedangkan parameter Levenberg-Marquardt yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.

```

%Nilai Parameter Levenberg-Marquardt (trainlm)
net.trainParam.epochs=1000;
net.trainParam.goal = 0;
net.trainParam.max_fail = 5;
net.trainParam.mem_reduc = 1;
net.trainParam.min_grad = 1e-10;
net.trainParam.mu = 0.001;
net.trainParam.mu_dec = 0.1;
net.trainParam.mu_inc = 10;
net.trainParam.mu_max = 1e10;
net.trainParam.show = 25;
net.trainParam.showCommandLine = 0;
net.trainParam.showWindow = 1;
net.trainParam.time = inf;
    
```

Gambar 2. Parameter Teknik Levenberg-Marquardt

3.2.1 Model Arsitektur Jaringan 3-15-1

Hasil pelatihan dan pengujian dengan menggunakan model arsitektur 3-15-1 dapat dilihat pada tabel 3. Hasil pelatihan dengan menggunakan model ini menghasilkan output yang sama dengan target, dengan kata lain proses pelatihan dengan teknik Levenberg-Marquardt sangat baik karena tingkat kesalahannya 0. Akan tetapi untuk pengujian pada model ini menghasilkan akurasi 88% dan nilai MSE sebesar 0,0957399.

Tabel 3. Hasil Pelatihan dan Pengujian pada Model 3-15-1

Data	Hasil Pelatihan				Hasil Pengujian				
	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE	Akurasi
1	0,1101	0,1101	0,0000	0,0000000	0,1134	0,1198	-0,0064	0,0000412	1
2	0,2946	0,2946	0,0000	0,0000000	0,2686	0,6663	-0,3977	0,1581347	1
3	0,1339	0,1339	0,0000	0,0000000	0,1304	0,2551	-0,1247	0,0155622	1
4	0,1660	0,1660	0,0000	0,0000000	0,1404	0,1198	0,0206	0,0004247	1
5	0,1127	0,1127	0,0000	0,0000000	0,1145	0,1142	0,0003	0,0000001	1
6	0,1476	0,1476	0,0000	0,0000000	0,1444	0,0921	0,0523	0,0027405	0
7	0,1070	0,1070	0,0000	0,0000000	0,1108	0,1347	-0,0239	0,0005724	1
8	0,1506	0,1506	0,0000	0,0000000	0,1449	0,1190	0,0259	0,0006707	1
9	0,1173	0,1173	0,0000	0,0000000	0,1142	0,1159	-0,0017	0,0000029	1
10	0,1656	0,1656	0,0000	0,0000000	0,1577	0,1308	0,0269	0,0007257	1
11	0,5405	0,5405	0,0000	0,0000000	0,4890	0,0012	0,4878	0,2379487	0
12	0,6065	0,6065	0,0000	0,0000000	0,5769	0,5677	0,0092	0,0000848	1
13	0,5943	0,5943	0,0000	0,0000000	0,5079	0,5813	-0,0734	0,0053807	1

Data	Hasil Pelatihan				Hasil Pengujian				Akurasi	
	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE		
14	0,1507	0,1507	0,0000	0,0000000	0,1486	0,5753	-0,4267	0,1820899	1	
15	0,7403	0,7403	0,0000	0,0000000	0,6250	0,5809	0,0441	0,0019406	0	
16	0,2306	0,2306	0,0000	0,0000000	0,2227	1,0000	-0,7773	0,6042536	1	
17	0,2507	0,2507	0,0000	0,0000000	0,2387	0,9439	-0,7052	0,4972561	1	
18	0,1226	0,1226	0,0000	0,0000000	0,1163	0,1081	0,0082	0,0000665	1	
19	0,1501	0,1501	0,0000	0,0000000	0,1362	0,8281	-0,6919	0,4787420	1	
20	0,1589	0,1589	0,0000	0,0000000	0,1453	0,2362	-0,0909	0,0082542	1	
21	0,1233	0,1233	0,0000	0,0000000	0,1207	0,1142	0,0065	0,0000428	1	
22	0,1231	0,1231	0,0000	0,0000000	0,1353	0,2246	-0,0893	0,0079762	1	
23	0,1843	0,1843	0,0000	0,0000000	0,1955	0,6598	-0,4643	0,2156172	1	
24	0,1101	0,1101	0,0000	0,0000000	0,1093	0,1261	-0,0168	0,0002809	1	
25	0,1365	0,1365	0,0000	0,0000000	0,1433	0,3662	-0,2229	0,0496924	1	
26	0,1261	0,1261	0,0000	0,0000000	0,1180	0,1084	0,0096	0,0000931	1	
27	0,2039	0,2039	0,0000	0,0000000	0,2078	0,9958	-0,7880	0,6208715	1	
28	0,1087	0,1087	0,0000	0,0000000	0,1150	0,1356	-0,0206	0,0004245	1	
29	0,1052	0,1052	0,0000	0,0000000	0,1075	0,1008	0,0067	0,0000443	1	
30	0,1001	0,1001	0,0000	0,0000000	0,1004	0,1049	-0,0045	0,0000198	1	
31	0,1316	0,1316	0,0000	0,0000000	0,1264	0,1287	-0,0023	0,0000053	1	
32	0,1183	0,1183	0,0000	0,0000000	0,1207	0,1195	0,0012	0,0000015	1	
33	0,1340	0,1340	0,0000	0,0000000	0,1300	0,4447	-0,3147	0,0990410	1	
34	0,3351	0,3351	0,0000	0,0000000	0,2584	0,0012	0,2572	0,0661527	0	
Jumlah SSE				0,0000000	Jumlah SSE				3,2551557	88%
MSE				0,0000000	MSE				0,0957399	

3.2.2 Model Arsitektur Jaringan 3-20-1

Hasil pelatihan dan pengujian dengan menggunakan model arsitektur 3-20-1 dapat dilihat pada tabel 4. Hasil pelatihan dengan menggunakan model ini menghasilkan output yang sama dengan target, dengan kata lain proses pelatihan dengan teknik Levenberg-Marquardt sangat baik karena tingkat kesalahannya 0. Akan tetapi untuk pengujian pada model ini menghasilkan akurasi 74% dan nilai MSE sebesar 0,0636922.

Tabel 4. Hasil Pelatihan dan Pengujian pada Model 3-20-1

Data	Hasil Pelatihan				Hasil Pengujian				Akurasi
	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE	
1	0,1101	0,1101	0,0000	0,0000000	0,1134	0,1285	-0,0151	0,0002286	1
2	0,2946	0,2946	0,0000	0,0000000	0,2686	0,4166	-0,1480	0,0218926	1
3	0,1339	0,1339	0,0000	0,0000000	0,1304	0,0365	0,0939	0,0088081	0
4	0,1660	0,1660	0,0000	0,0000000	0,1404	0,0984	0,0420	0,0017647	0
5	0,1127	0,1127	0,0000	0,0000000	0,1145	0,1046	0,0099	0,0000972	1
6	0,1476	0,1476	0,0000	0,0000000	0,1444	0,1680	-0,0236	0,0005546	1
7	0,1070	0,1070	0,0000	0,0000000	0,1108	0,1830	-0,0722	0,0052164	1
8	0,1506	0,1506	0,0000	0,0000000	0,1449	0,1490	-0,0041	0,0000168	1
9	0,1173	0,1173	0,0000	0,0000000	0,1142	0,1397	-0,0255	0,0006509	1
10	0,1656	0,1656	0,0000	0,0000000	0,1577	0,3491	-0,1914	0,0366189	1
11	0,5405	0,5405	0,0000	0,0000000	0,4890	0,4277	0,0613	0,0037577	0
12	0,6065	0,6065	0,0000	0,0000000	0,5769	0,1261	0,4508	0,2032305	0
13	0,5943	0,5943	0,0000	0,0000000	0,5079	0,7060	-0,1981	0,0392250	1
14	0,1507	0,1507	0,0000	0,0000000	0,1486	0,0546	0,0940	0,0088323	0
15	0,7403	0,7403	0,0000	0,0000000	0,6250	0,9575	-0,3325	0,1105880	1
16	0,2306	0,2306	0,0000	0,0000000	0,2227	0,9775	-0,7548	0,5697797	1
17	0,2507	0,2507	0,0000	0,0000000	0,2387	0,1468	0,0919	0,0084522	0
18	0,1226	0,1226	0,0000	0,0000000	0,1163	0,1335	-0,0172	0,0002975	1
19	0,1501	0,1501	0,0000	0,0000000	0,1362	0,0151	0,1211	0,0146623	0
20	0,1589	0,1589	0,0000	0,0000000	0,1453	0,1244	0,0209	0,0004388	1
21	0,1233	0,1233	0,0000	0,0000000	0,1207	0,1217	-0,0010	0,0000009	1
22	0,1231	0,1231	0,0000	0,0000000	0,1353	0,6022	-0,4669	0,2180048	1
23	0,1843	0,1843	0,0000	0,0000000	0,1955	0,1070	0,0885	0,0078241	0
24	0,1101	0,1101	0,0000	0,0000000	0,1093	0,1546	-0,0453	0,0020486	1
25	0,1365	0,1365	0,0000	0,0000000	0,1433	0,1774	-0,0341	0,0011640	1
26	0,1261	0,1261	0,0000	0,0000000	0,1180	0,1788	-0,0608	0,0036907	1

Data	Hasil Pelatihan				Hasil Pengujian				Akurasi	
	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE		
27	0,2039	0,2039	0,0000	0,0000000	0,2078	0,6024	-0,3946	0,1556729	1	
28	0,1087	0,1087	0,0000	0,0000000	0,1150	0,1668	-0,0518	0,0026836	1	
29	0,1052	0,1052	0,0000	0,0000000	0,1075	0,0965	0,0110	0,0001200	1	
30	0,1001	0,1001	0,0000	0,0000000	0,1004	0,1168	-0,0164	0,0002674	1	
31	0,1316	0,1316	0,0000	0,0000000	0,1264	0,1251	0,0013	0,0000017	1	
32	0,1183	0,1183	0,0000	0,0000000	0,1207	0,1712	-0,0505	0,0025459	1	
33	0,1340	0,1340	0,0000	0,0000000	0,1300	0,9483	-0,8183	0,6696277	1	
34	0,3351	0,3351	0,0000	0,0000000	0,2584	0,0000	0,2584	0,0667714	0	
Jumlah SSE				0,0000000	Jumlah SSE				2,1655364	74%
MSE				0,0000000	MSE				0,0636922	

3.2.3 Model Arsitektur Jaringan 3-25-1

Hasil pelatihan dan pengujian dengan menggunakan model arsitektur 3-25-1 dapat dilihat pada tabel 5. Hasil pelatihan dengan menggunakan model ini menghasilkan output yang sama dengan target, dengan kata lain proses pelatihan dengan teknik Levenberg-Marquardt sangat baik karena tingkat kesalahannya 0. Akan tetapi untuk pengujian pada model ini menghasilkan akurasi 68% dan nilai MSE sebesar 0,0235263.

Tabel 5. Hasil Pelatihan dan Pengujian pada Model 3-25-1

Data	Hasil Pelatihan				Hasil Pengujian				Akurasi	
	Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE		
1	0,1101	0,1101	0,0000	0,0000000	0,1134	0,1222	-0,0088	0,0000778	1	
2	0,2946	0,2946	0,0000	0,0000000	0,2686	0,0205	0,2481	0,0615727	0	
3	0,1339	0,1339	0,0000	0,0000000	0,1304	0,0398	0,0906	0,0081995	0	
4	0,1660	0,1660	0,0000	0,0000000	0,1404	0,0623	0,0781	0,0061009	0	
5	0,1127	0,1127	0,0000	0,0000000	0,1145	0,1063	0,0082	0,0000665	1	
6	0,1476	0,1476	0,0000	0,0000000	0,1444	0,1538	-0,0094	0,0000874	1	
7	0,1070	0,1070	0,0000	0,0000000	0,1108	0,1672	-0,0564	0,0031837	1	
8	0,1506	0,1506	0,0000	0,0000000	0,1449	0,1552	-0,0103	0,0001061	1	
9	0,1173	0,1173	0,0000	0,0000000	0,1142	0,1249	-0,0107	0,0001147	1	
10	0,1656	0,1656	0,0000	0,0000000	0,1577	0,2849	-0,1272	0,0161698	1	
11	0,5405	0,5405	0,0000	0,0000000	0,4890	0,6583	-0,1693	0,0286625	1	
12	0,6065	0,6065	0,0000	0,0000000	0,5769	0,4000	0,1769	0,0312975	0	
13	0,5943	0,5943	0,0000	0,0000000	0,5079	0,5671	-0,0592	0,0034991	1	
14	0,1507	0,1507	0,0000	0,0000000	0,1486	0,1203	0,0283	0,0007998	1	
15	0,7403	0,7403	0,0000	0,0000000	0,6250	0,7656	-0,1406	0,0197818	1	
16	0,2306	0,2306	0,0000	0,0000000	0,2227	0,4532	-0,2305	0,0531475	1	
17	0,2507	0,2507	0,0000	0,0000000	0,2387	0,0000	0,2387	0,0569949	0	
18	0,1226	0,1226	0,0000	0,0000000	0,1163	0,1227	-0,0064	0,0000416	1	
19	0,1501	0,1501	0,0000	0,0000000	0,1362	0,0551	0,0811	0,0065753	0	
20	0,1589	0,1589	0,0000	0,0000000	0,1453	0,1987	-0,0534	0,0028465	1	
21	0,1233	0,1233	0,0000	0,0000000	0,1207	0,1217	-0,0010	0,0000009	1	
22	0,1231	0,1231	0,0000	0,0000000	0,1353	0,3024	-0,1671	0,0279257	1	
23	0,1843	0,1843	0,0000	0,0000000	0,1955	0,0033	0,1922	0,0369232	0	
24	0,1101	0,1101	0,0000	0,0000000	0,1093	0,1410	-0,0317	0,0010024	1	
25	0,1365	0,1365	0,0000	0,0000000	0,1433	0,0825	0,0608	0,0036945	0	
26	0,1261	0,1261	0,0000	0,0000000	0,1180	0,1221	-0,0041	0,0000164	1	
27	0,2039	0,2039	0,0000	0,0000000	0,2078	0,0004	0,2074	0,0430338	0	
28	0,1087	0,1087	0,0000	0,0000000	0,1150	0,1549	-0,0399	0,0015923	1	
29	0,1052	0,1052	0,0000	0,0000000	0,1075	0,0913	0,0162	0,0002609	1	
30	0,1001	0,1001	0,0000	0,0000000	0,1004	0,1209	-0,0205	0,0004182	1	
31	0,1316	0,1316	0,0000	0,0000000	0,1264	0,0776	0,0488	0,0023815	0	
32	0,1183	0,1183	0,0000	0,0000000	0,1207	0,1424	-0,0217	0,0004690	1	
33	0,1340	0,1340	0,0000	0,0000000	0,1300	0,6922	-0,5622	0,3160777	1	
34	0,3351	0,3351	0,0000	0,0000000	0,2584	0,0000	0,2584	0,0667714	0	
Jumlah SSE				0,0000000	Jumlah SSE				0,7998938	68%
MSE				0,0000000	MSE				0,0235263	

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian 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 2011b

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 34 (banyak nya dataset)

Akurasi = 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. Sedangkan 88%, 74% dan 68% diperoleh dari jumlah yang benar dibagi 34 (banyak nya dataset) dikali 100.

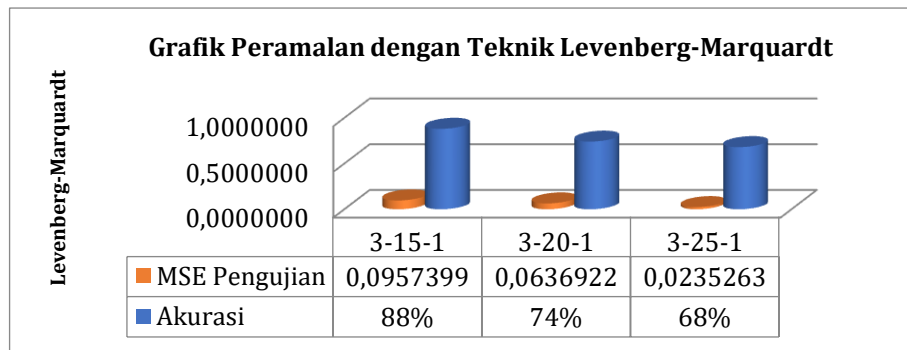
3.3 Penentuan Model Terbaik

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

Model Arsitektur	Epoch	Teknik Levenberg-Marquardt			
		Waktu Pelatihan	MSE Pelatihan	MSE Pengujian	Akurasi
3-15-1	1238 Iterasi	00.18	0,0000000	0,0957399	88%
3-20-1	1271 Iterasi	00.13	0,0000000	0,0636922	74%
3-25-1	1198 Iterasi	00.13	0,0000000	0,0235263	68%

Tabel 6 merupakan perbandingan dari masing-masing model arsitektur yang digunakan pada penelitian ini. Secara garis besar model arsitektur 3-15-1 merupakan model arsitektur terbaik karena menghasilkan tingkat akurasi 88%, lebih tinggi dibandingkan dibandingkan dengan dua model yang lain.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Model Arsitektur

Gambar 3 merupakan grafik dari hasil model arsitektur yang digunakan, dari tiga model yang digunakan pada penelitian ini model 3-15-1 menghasilkan akurasi tertinggi dengan nilai MSE sebesar 0,0957399.

3.4 Hasil Peramalan

Peramalan diperoleh berdasarkan model terbaik 3-15-1 dengan menggunakan rumus persamaan (3) [27].

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

Penjelasan :

x : Target peramalan, a : Data terendah, b : Data tertinggi, 0.1 dan 0.8 : Nilai default untuk melakukan peramalan

Tabel 7. Perbandingan Data Awal Jumlah Kasus Baru HIV dan Hasil Peramalan

No	Provinsi	Jumlah Kasus Baru HIV					Hasil Peramalan
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Aceh	111	155	174	139	175	104
2	Sumatera Utara	1.914	1.999	2.463	2.193	1.904	1262
3	Sumatera Barat	563	624	541	403	364	252
4	Riau	711	539	558	761	476	327
5	Jambi	278	246	131	167	187	140
6	Sumatera Selatan	486	508	601	556	521	360
7	Bengkulu	95	107	177	104	146	113
8	Lampung	580	524	568	589	526	344
9	Kepulauan Bangka Belitung	268	205	234	219	184	141
10	Kepulauan Riau	1.105	1.033	854	757	669	452

No	Provinsi	Jumlah Kasus Baru HIV					Hasil Peramalan
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
11	DKI Jakarta	6.626	6.896	6.701	4.931	4.358	2871
12	Jawa Barat	5.819	5.185	6.066	5.666	5.337	3513
13	Jawa Tengah	5.425	5.400	5.630	5.531	4.569	3009
14	DI Yogyakarta	723	833	714	591	567	387
15	Jawa Timur	8.204	8.608	8.935	7.157	5.872	3864
16	Banten	1.315	1.334	1.643	1.480	1.392	927
17	Bali	2.441	2.211	2.283	1.704	1.571	1044
18	Nusa Tenggara Barat	222	192	258	278	207	169
19	Nusa Tenggara Timur	837	842	821	584	429	295
20	Kalimantan Barat	608	692	698	682	531	365
21	Kalimantan Tengah	119	122	222	286	257	177
22	Kalimantan Selatan	572	297	474	283	419	289
23	Kalimantan Timur	1.202	1.126	1.301	965	1.089	728
24	Kalimantan Utara	172	166	199	138	130	111
25	Sulawesi Utara	516	555	673	432	508	346
26	Sulawesi Tengah	200	292	350	317	227	190
27	Sulawesi Selatan	1.366	1.174	1.537	1.183	1.227	818
28	Sulawesi Tenggara	134	106	180	123	193	118
29	Gorontalo	51	74	48	84	109	78
30	Sulawesi Barat	37	26	69	27	31	59
31	Maluku	688	462	462	378	320	222
32	Maluku Utara	145	200	267	230	257	155
33	Papua Barat	409	380	697	405	360	250
34	Papua	4.358	3.546	3.753	2.644	1.790	1188
Jumlah		48300	46659	50282	41987	36902	24668

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa algoritma machine learning dengan teknik Levenberg-Marquardt cukup baik digunakan untuk melakukan peramalan Jumlah Kasus Baru HIV Menurut Provinsi di Indonesia dengan menggunakan model 3-15-1 karena memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dua model yang lain. 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 peramalan, jumlah kasus baru HIV menurut Provinsi di Indonesia pada akhir tahun 2022 sedikit menurun dibandingkan tahun 2021.

REFERENCES

- [1] P. N. Fauziah, M. Mahmudah, and A. Gamarani, "Hasil Pemeriksaan Kadar Cd4 Dan TCM Genexpert Mtb Pada Pasien Ko-infeksi TB-HIV Di Rsud Budhi Asih Jakarta," *Anakes : Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, vol. 6, no. 2, pp. 144–150, 2020.
- [2] L. A. Sari and Dasuki, "Respon Sosial Penderita HIV / AIDS di Yayasan Kanti Sehati Sejati Terhadap Dukungan Keluarga," *Jurnal Endurance : Kajian Ilmiah Problema Kesehatan*, vol. 5, no. 2, pp. 284–293, 2020.
- [3] Kemenkes RI, *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2021*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021.
- [4] D. H. Jayani, "Kasus HIV Indonesia Turun, Namun AIDS Meningkat," *databoks*, 2021. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/10/08/kasus-hiv-indonesia-turun-namun-aids-meningkat>. [Accessed: 02-Aug-2022].
- [5] 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.
- [6] I. C. Saragih, D. Hartama, and A. Wanto, "Prediksi Perkembangan Jumlah Pelanggan Listrik Menurut Pelanggan Area Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 2, no. 1, pp. 48–54, 2020.
- [7] M. Syafiq, D. Hartama, I. O. Kirana, I. Gunawan, and A. Wanto, "Prediksi Jumlah Penjualan Produk di PT Ramayana Pematangsiantar Menggunakan Metode JST Backpropagation," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 7, no. 1, p. 175, 2020.
- [8] N. L. W. S. R. Ginantra, M. A. Hanafiah, A. Wanto, R. Winanjaya, and H. Okprana, "Utilization of the Batch Training Method for Predicting Natural Disasters and Their Impacts," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1071, no. 1, p. 012022, 2021.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] V. V. Utari, A. Wanto, I. Gunawan, and Z. M. Nasution, “Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit PTPN IV Bahjambi Menggunakan Algoritma Backpropagation,” *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 2, no. 3, pp. 271–279, 2021.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] Y. Andriani, A. Wanto, and H. Handrizal, “Jaringan Saraf Tiruan dalam Memprediksi Produksi Kelapa Sawit di PT. KRE Menggunakan Algoritma Levenberg Marquardt,” *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, vol. 1, no. September, pp. 249–259, 2019.
- [17] A. Wanto *et al.*, “Levenberg-Marquardt Algorithm Combined with Bipolar Sigmoid Function to Measure Open Unemployment Rate in Indonesia,” in *The 3rd International Conference of Computer, Environment, Agriculture, Social Science, Health Science, Engineering and Technology (ICEST)*, 2021, no. 1, pp. 22–28.
- [18] W. T. C. Gultom, A. Wanto, I. Gunawan, M. R. Lubis, and I. O. Kirana, “Application of The Levenberg Marquardt Method In Predict The Amount of Criminality in Pematangsiantar City,” *Journal of Computer Networks, Architecture, and High-Performance Computing*, vol. 3, no. 1, pp. 21–29, 2021.
- [19] M. Zunaidi, A. H. Nasyuha, and S. M. Sinaga, “Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Pertumbuhan Jumlah Penderita Human Immunodeficiency Virus (HIV) Menggunakan Metode Multiple Linier Regression (Studi Kasus Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara),” *J-SISKO TECH (Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD)*, vol. 3, no. 1, pp. 137–147, 2020.
- [20] P. Parulian *et al.*, “Analysis of Sequential Order Incremental Methods in Predicting the Number of Victims Affected by Disasters,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [21] I. M. Muhamad, S. A. Wardana, A. Wanto, and A. P. Windarto, “Algoritma Machine Learning untuk penentuan Model Prediksi Produksi Telur Ayam Petelur di Sumatera,” *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, vol. 1, no. 4, pp. 126–134, 2022.
- [22] 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,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [23] R. Sinaga, M. M. Sitomorang, D. Setiawan, A. Wanto, and A. P. Windarto, “Akurasi Algoritma Fletcher-Reeves untuk Prediksi Ekspor Karet Remah Berdasarkan Negara Tujuan Utama,” *Journal of Informatics Management and Information Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 91–99, 2022.
- [24] 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.
- [25] M. Mahendra, R. C. Telaumbanua, A. Wanto, and A. P. Windarto, “Akurasi Prediksi Ekspor Tanaman Obat , Aromatik dan Rempah-Rempah Menggunakan Machine Learning,” *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 6, pp. 207–215, 2022.
- [26] 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, Jul. 2019.
- [27] 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.