

Analisis Backpropagation Dalam Menentukan Jumlah Perusahaan Industri Besar Dan Sedang (IBS) Di Indonesia

Rica Ramadana¹, Adinda Frizy Pramesti¹, Intan Beauti¹, Adinda Febiola^{4*}, Agus Perdana Windarto¹

¹Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

²Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ⁴adindafebiola2005@gmail.com, ⁵agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id

Email Penulis Korespondensi: adindafebiola2005@gmail.com

Abstrak—Perusahaan adalah pelaku kegiatan ekonomi yang fungsi utamanya adalah menghasilkan barang dan jasa yang dibutuhkan masyarakat. Namun pada tahun 2020, pandemi COVID-19 berdampak pada berbagai kegiatan ekonomi sehingga menyebabkan banyak pekerja kehilangan pekerjaan dan tidak tersedianya lapangan kerja baru, yang menyebabkan meningkatnya angka pengangguran di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah strategis untuk mencegah bertambahnya jumlah pengangguran. Salah satunya adalah meramalkan jumlah perusahaan IBS untuk beberapa tahun ke depan. Menerapkan pencegahan dini sebagai langkah untuk mengidentifikasi peluang kerja baru di industri. Data ramalan adalah jumlah perusahaan IBS (perusahaan industri besar dan menengah) yang dikumpulkan oleh BPS periode 2015-2022. Algoritma yang digunakan untuk prediksi adalah jaringan saraf tiruan propagasi balik. Algoritma ini mampu mengingat apa yang ada sebelumnya dan membuat generalisasi darinya. Algoritma backpropagation ini menggunakan lima model arsitektur diantaranya 6-10-1, 6-20-1, 6-35-1, 6-45-1, dan 6-60-1. Dari kelima model arsitektur yang digunakan dipilih arsitektur terbaik yaitu 6-35-1 yang memiliki akurasi sebesar 88%, MSE sebesar 0.003821515 dan tingkat kesalahan yang digunakan sebesar 0.001-0.07. Sehingga model arsitektur ini cukup baik untuk memprediksi jumlah perusahaan IBS.

Kata Kunci: Analisis; JST; Perusahaan; Industri; Backpropagation

Abstract—Companies are economic actors whose main function is to produce goods and services needed by the community. However, in 2020, the COVID-19 pandemic had an impact on various economic activities, causing many workers to lose their jobs and the unavailability of new jobs, which led to an increase in unemployment in Indonesia. Therefore, strategic steps are needed to prevent an increase in the number of unemployed. One of them is to forecast the number of IBS companies for the next few years. Implementing early prevention as a step to identify new job opportunities in the industry. The forecast data is the number of IBS companies (large and medium industrial companies) collected by BPS for the period 2015-2022. The algorithm used for prediction is a backpropagation artificial neural network. This algorithm is able to remember what existed before and make generalizations from it. This backpropagation algorithm uses five architectural models including 6-10-1, 6-20-1, 6-35-1, 6-45-1, and 6-60-1. Of the five architectural models used, the best architecture was chosen, namely 6-35-1 which has an accuracy of 88%, MSE of 0.003821515 and the error rate used is 0.001-0.07. So this architectural model is good enough to predict the number of IBS companies.

Keyword: Analytics; ANN; Corporation; Industry; Backpropagation

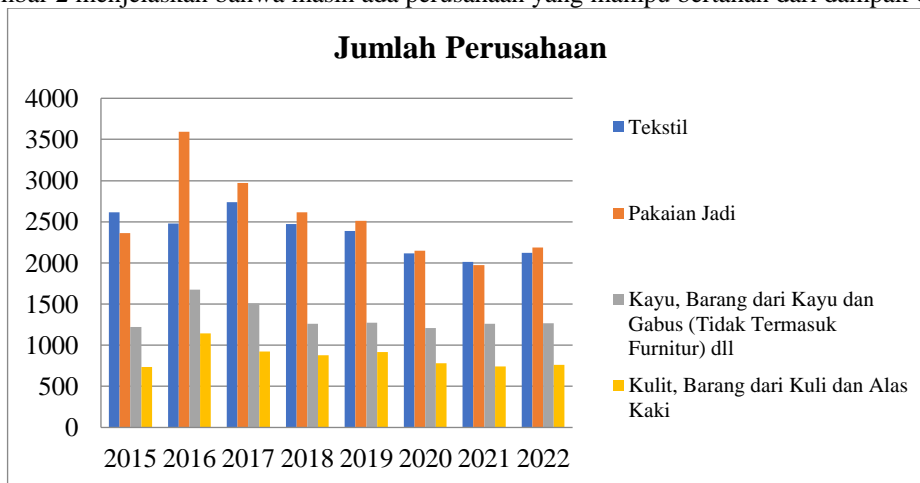
1. PENDAHULUAN

Perusahaan merupakan pelaku ekonomi yang tugas utamanya adalah menghasilkan barang dan jasa yang dibutuhkan industri besar dan sedang (IBS) memiliki peranan yang sangat vital dalam perekonomian Indonesia.[1] Sebagai salah satu pilar utama pertumbuhan ekonomi, sektor ini tidak hanya berkontribusi pada produk domestik bruto (PDB), tetapi juga membuka lapangan kerja dan mendorong inovasi teknologi. Dalam konteks Indonesia, dengan jumlah penduduk yang besar dan sumber daya alam yang melimpah, pengembangan industri ini sangat penting untuk meningkatkan daya saing nasional di kancah global dibutuhkan oleh masyarakat.[2] Namun, tantangan yang dihadapi oleh industri besar dan sedang di Indonesia tidaklah kecil. Berbagai faktor, seperti perubahan kebijakan pemerintah, fluktuasi pasar, serta perkembangan teknologi, dapat mempengaruhi kinerja dan keberlanjutan perusahaan dalam sektor ini. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang efektif untuk menganalisis dan memprediksi jumlah perusahaan IBS agar dapat merumuskan kebijakan yang tepat dan mendukung pertumbuhan sektor ini.

Perusahaan didefinisikan di sini lebih sebagai terkait dengan kegiatan produksi, sebagian besar terkait dengan perusahaan industri, khususnya manufaktur. Industri manufaktur memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia karena kemampuannya menghasilkan produk yang dapat dijual dan menciptakan lapangan kerja. Namun pada tahun 2020, pandemi COVID-19 berdampak pada banyak kegiatan ekonomi dan menyebabkan resesi di banyak negara termasuk Indonesia. Pertumbuhan ekonomi melambat pada kuartal pertama tahun 2020 dan pertumbuhan melambat pada kuartal kedua dan ketiga tahun 2020. Sektor perumahan, makanan dan minuman, manufaktur (terutama tekstil) dan komersial adalah beberapa sektor yang paling terpengaruh oleh pandemi ekonomi informal karena mereka berpenghasilan rendah dan tabungan rendah dan umumnya tidak memiliki perlindungan asuransi, tabungan atau status pekerja kontrak [3].

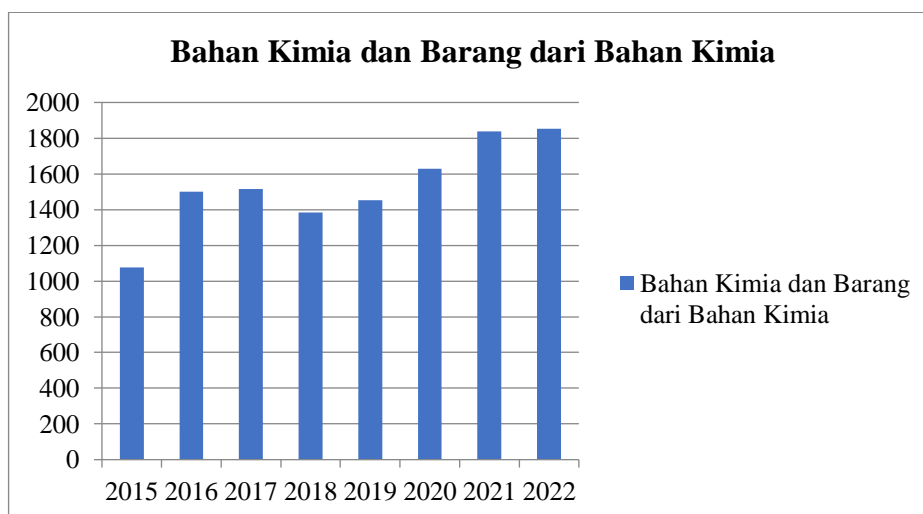
Kebijakan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) mengurangi aktivitas perusahaan dan pekerja. Pasar keuangan, kantor perusahaan, dan toko ditutup untuk mencegah penyebaran Covid-19 [4]. Banyak pekerja kehilangan pekerjaan dan pekerja baru tidak berusaha mencari pekerjaan karena tidak ada pekerjaan baru yang tersedia [5][6]. Menurut survei statistik Statistics Finland (BPS) Juli 2020, 8,76% perusahaan menutup operasinya dan 24,31% perusahaan mengurangi kapasitasnya (jam kerja, mesin, dan pekerja). Namun, 58,95% perusahaan masih beroperasi seperti biasa [7].

Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa terjadi penurunan jumlah perusahaan yang cukup signifikan di beberapa sektor industri dan Gambar 2 menjelaskan bahwa masih ada perusahaan yang mampu bertahan dari dampak COVID-19.



Gambar 1. Jumlah Perusahaan IBS Indonesia di beberapa sektor, 2015-2022

Sumber: [8][9]



Gambar 2. Jumlah Perusahaan IBS Indonesia di sektor bahan kimia, 2015-2022

Sumber: [10][11]

Untuk mengatasi permasalahan diatas, diperlukan suatu metode untuk memprediksi jumlah perusahaan IBS. Metode yang cocok untuk peramalan adalah metode backpropagation jaringan syaraf tiruan. Teknik jaringan saraf tiruan (JST) telah berkembang pesat di bidang peramalan. JST dapat membuat prediksi berdasarkan data peristiwa masa lalu dan faktor terkait. JST memiliki keunggulan dibandingkan komputasi paralel dalam klasifikasi pola.[12] JST juga dapat mengatur sendiri data yang diprosesnya tanpa definisi fungsi khusus. Keuntungan menggunakan JST adalah menghilangkan kebutuhan akan perhitungan iteratif numerik dan analitik yang kompleks. Metode JST yang sering digunakan dalam studi kasus prediktif adalah algoritma backpropagation.[13]

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam analisis data adalah algoritma pembelajaran mesin, dan di antaranya adalah metode backpropagation. Backpropagation adalah algoritma yang digunakan untuk melatih jaringan saraf tiruan, di mana ia mampu mengoptimalkan proses pembelajaran melalui pengulangan umpan balik.[14] Dengan menerapkan backpropagation dalam konteks analisis jumlah perusahaan IBS, kita dapat memahami pola dan hubungan antar variabel yang mempengaruhi keberadaan perusahaan-perusahaan tersebut.

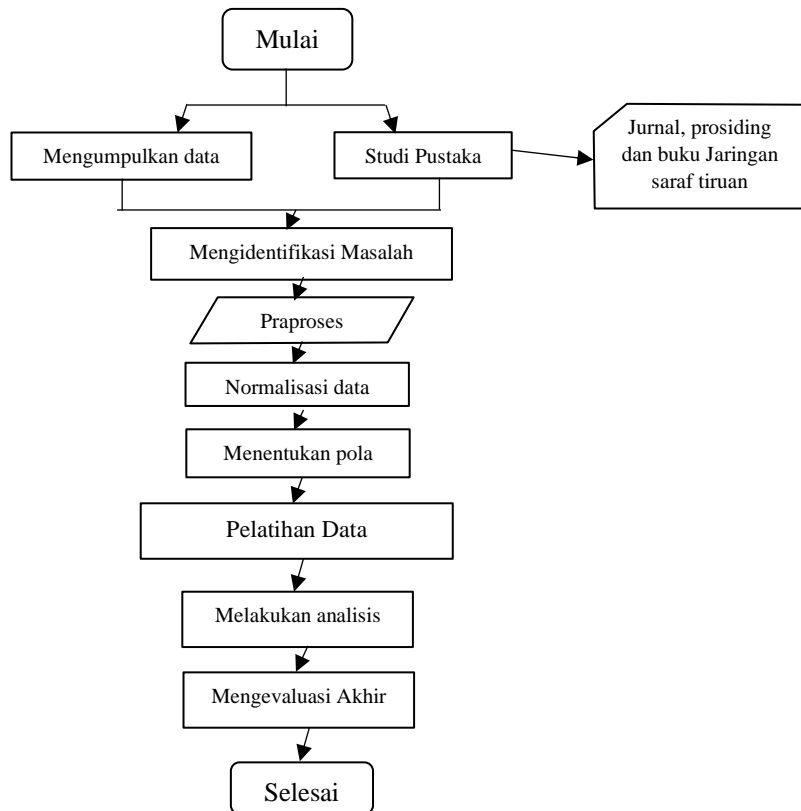
Seperti pada penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan yaitu, Penerapan Algoritma Backpropagation dalam memprediksi presentase penduduk buta huruf di Indonesia untuk 3 tahun ke depan, yakni tahun 2018-2020 dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma Backpropagation arsitektur 4-14-1. Prediksi yang diperoleh memiliki akurasi 91 persen.[15].Penelitian berikutnya, Analisis Akurasi Arsitektur JST Berdasarkan Jumlah Penduduk Pada Kabupaten/Kota di Sumatera Utara yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100%, MSE 0.00142284 dengan tingkat error yang digunakan 0,001-0,05 serta learning rate 0.01. Selain itu, Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi Hasil Panen Gabah Padi dengan tingkat akurasi mencapai 92.9% atau tingkat error 7.1% dengan MSE = 0.00094783.[16]dan masih banyak lagi penelitian-penelitian sejenis lain nya. [17]-[18]

Berdasarkan penelitian yang disajikan di atas, dapat diamati bahwa jaringan saraf tiruan dengan metode backpropagation sangat akurat dan karenanya baik untuk prediksi.[19] Oleh karena itu pada penelitian ini penulis membuat model arsitektur yang menggunakan algoritma backpropagation untuk mendapatkan solusi yang lebih efisien, sehingga diharapkan dapat membantu membuat model yang nantinya dapat digunakan untuk memprediksi jumlah perusahaan pada Industri Besar dan Sedang di Indonesia dengan menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation sebagai solusi dari permasalahan diatas. Dengan demikian, melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan model yang efektif dalam memprediksi jumlah perusahaan industri besar dan sedang di Indonesia. Temuan ini tidak hanya bermanfaat bagi pengambil kebijakan dalam merumuskan strategi industri, tetapi juga memberikan wawasan bagi para pelaku usaha dalam memahami dinamika dan tren di sektor industri. Dengan memanfaatkan teknologi dan metodologi yang tepat, diharapkan sektor IBS di Indonesia dapat tumbuh dan berkembang secara berkelanjutan, serta mampu bersaing di tingkat global.[20]

2. METODE PENELITIAN

2.1 Kerangka Dasar Penelitian

Kerangka kerja penelitian adalah suatu alur sistematis yang digunakan dalam penelitian supaya penelitian yang dilakukan dapat tersusun secara sistematis dan diterima oleh semua pihak. Adapun kerangka kerja penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada kerangka di bawah ini.



Gambar 3. Kerangka Kerja Penelitian

Pada gambar 3 merupakan Dari kerangka diatas, maka masing-masing langkah dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Pengumpulan Data
 Data yang digunakan dalam tahap ini diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik) yang merupakan hasil dari laporan jumlah perusahaan besar dan sedang di Indoseia.
- b. Studi Pustaka
 Tahap ini merupakan langkah awal untuk melengkapi pengetahuan dasar beserta teori-teori dalam penelitian ini.
- c. Mengidentifikasi Masalah
 Di tahap ini, setelah semua data terpenuhi dan diperoleh data yang akurat untuk melakukan konversi data sesuai bobot yang telah ditentukan.
- d. Praproses
 Pada tahap ini yang dikerjakan ialah menentukan tipe data dan atribut data yang bertujuan untuk mempermudah pemahaman isi record data.
- e. Normalisasi Data

Data mentah atau data awal harus terlebih dahulu di normalisasi dengan fungsi Sigmoid, artinya data yang telah di normalisasi nanti akan menghasilkan nilai antara 0 dan 1, karena hal tersebut sudah merupakan ketentuan dari normalisasi. Normalisasi data dapat dilakukan dengan persamaan :

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

Keterangan :

x' = Normalisasi Data

x = Data yang akan di normalisasi

a = Data terendah

b = Data tertinggi

f. Menentukan Pola/Model

Hasil pada tahap ini berupa beberapa model bagian Jaringan Saraf Tiruan dengan metode backpropagation untuk menentukan sebuah pola.

g. Melakukan Analisis

Dalam pengujian hasil pengolahan data digunakan sebuah software Matlab R2012b, dengan hasil akhir yaitu menentukan arsitektur terbaik dari pelatihan data.

h. Mengevaluasi Akhir

Evaluasi akhir dilakukan untuk melihat dan mengetahui hasil akhir dari testing pengolahan data.

2.2 Data Yang Digunakan

Dalam penelitian ini, data yang digunakan data jumlah perusahaan industri besar dan sedang di Indonesia yang bersumber dari Badan Pusat Statistik. Pada tabel I merupakan data jumlah IBS di Indonesia.

Tabel 1. Jumlah Perusahaan IBS di Indonesia

Kode Industri	Jenis Industri	Jumlah Perusahaan IBS							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
10	Makanan	6453	7708	7507	6775	6823	6677	7499	7852
11	Minuman	422	696	649	583	592	586	643	704
12	Pengolahan Tembakau	940	777	706	575	582	573	632	651
13	Tekstil	2612	2481	2738	2474	2387	2113	2012	2120
14	Pakaian Jadi Kulit, Barang dari Kuli dan Alas Kaki	2360	3595	2972	2614	2512	2146	1974	2190
15	Kayu, Barang dari Kayu dan Gabus (Tidak Termasuk	738	1141	926	879	914	778	743	763
16	Furnitur) dan Barang Anyaman dari Bambu, Rotan dan sejenisnya	1220	1678	1507	1257	1270	1207	1261	1268
17	Kertas dan Barang dari Kertas Pencetakan dan	508	805	744	729	709	773	796	821
18	Reproduksi Media Rekaman	616	1266	1009	865	917	832	867	944
19	Produk dari Batu Bara dan Pengilangan Minyak Bumi	81	134	142	122	125	113	128	116
20	Bahan Kimia dan Barang dari Bahan Kimia	1075	1500	1515	1384	1454	1628	1837	1853
21	Farmasi, Produk Obat Kimia dan Obat Tradisional	256	402	378	352	338	364	387	389

22	Karet, Barang dari Karet dan Plastik	1875	2517	2624	2373	2430	2518	2582	2476
23	Barang Galian Bukan Logam	1714	2046	2010	1824	1799	1677	1704	1670
24	Logam Dasar Barang	330	707	566	522	500	529	557	639
25	Logam, Bukan Mesin dan Peralatannya	1022	1599	1545	1390	1395	1508	1580	1649
26	Komputer, Barang Elektronik dan Optik	365	406	506	405	355	332	330	369
27	Peralatan Listrik	345	536	552	548	551	568	570	597
28	Mesin dan Perlengkapan ytdl	407	637	728	666	635	739	801	892
29	Kendaraan Bermotor, Trailer dan Semi Trailer	412	640	687	767	704	732	763	846
30	Alat Angkutan Lainnya	380	544	537	450	483	438	453	454
31	Furnitur	1400	1797	1796	1494	1501	1390	1357	1330
32	Pengolahan Lainnya	654	1034	864	791	811	849	870	904
33	Jasa Reparasi dan Pemasangan Mesin dan Peralatan	137	517	369	276	285	293	330	379
Jumlah		26322	35163	33577	30115	30072	29363	30676	31876

Berdasarkan tabel tersebut, data ini nantinya akan dibagi menjadi 2, yaitu data training dan data testing. Data tahun 2015 - 2020 dijadikan menjadi data training dengan target tahun 2021, serta data testing dari tahun 2016 – 2021 dengan target tahun 2022.

Tabel 2 merupakan data training yang telah dinormalisasi berdasarkan data yang ada pada Tabel I menggunakan rumus persamaan (1), yaitu data tahun 2018-2020 dengan target 2021.

Tabel 2. Normalisasi Data Training dan Data Testing (Tahun 2015-2022)

Kode Industri	Jumlah Perusahaan IBS (Unit)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0,75597	0,88517	0,86448	0,78912	0,79406	0,77903	0,86365	0,90000
10	735	565	334	624	769	7447	9761	0
	0,13510	0,16331	0,15847	0,15167	0,15260	0,15198	0,15785	0,16413
11	488	232	381	932	584	8161	6132	59
	0,18843	0,17165	0,16434	0,15085	0,15157	0,15064	0,15672	0,15867
12	135	101	178	575	637	9852	3716	9
	0,36055	0,34707	0,37352	0,34635	0,33739	0,30918	0,29879	0,30990
13	849	245	979	182	544	8007	0374	86
	0,33461	0,46175	0,39761	0,36076	0,35026	0,31258	0,29487	0,31711
14	588	524	935	438	38	5253	8394	49
	0,16763	0,20912	0,18699	0,18215	0,18575	0,17175	0,16815	0,17020
15	608	366	009	159	473	3957	0817	9
	0,21725	0,26440	0,24680	0,22106	0,22240	0,21591	0,22147	0,22219
16	647	613	221	55	381	8157	7287	79
	0,14395	0,17453	0,16825	0,16670	0,16465	0,17123	0,17360	0,17618
17	831	352	376	9	062	9223	7	07
	0,15507	0,22199	0,19553	0,18071	0,18606	0,17731	0,18091	0,18884
18	657	202	468	0	357	3087	6227	31
	0,10000	0,10545	0,10627	0,10422	0,10452	0,10329	0,10483	0,10360
19	0	618	9	082	966	4299	8502	31
	0,20232	0,24608	0,24762	0,23413	0,24134	0,25925	0,28077	0,28242
20	917	159	579	9	603	8783	4675	18

Kode Industri	Jumlah Perusahaan IBS (Unit)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
21	0,11801 57	0,13304 594	0,13057 522	0,12789 86	0,12645 734	0,12913 396	0,13150 1737	0,13170 76
22	0,28468 666	0,35077 854	0,36179 385	0,33595 419	0,34182 216	0,35088 1482	0,35747 0081	0,34655 77
23	0,26811 221	0,30229 057	0,29858 448	0,27943 637	0,27686 269	0,26430 3178	0,26708 2744	0,26358 26
24	0,12563 377	0,16444 473	0,14992 922	0,14539 956	0,14313 473	0,14612 019	0,14900 2702	0,15744 43
25	0,19687 299	0,25627 332	0,25071 419	0,23475 743	0,23527 217	0,24690 516	0,25431 7334	0,26142 07
26	0,12923 691	0,13345 773	0,14375 241	0,13335 478	0,12820 744	0,12583 966	0,12563 3767	0,12964 87
27	0,12717 797	0,14684 082	0,14848 797	0,14807 618	0,14838 502	0,15013 5118	0,15034 1011	0,15312 06
28	0,13356 067	0,15723 845	0,16660 661	0,16022 391	0,15703 256	0,16773 903	0,17412 1735	0,18348 9
29	0,13407 541	0,15754 729	0,16238 579	0,17062 154	0,16413 589	0,16701 8402	0,17020 9754	0,17875 43
30	0,13078 111	0,14766 439	0,14694 377	0,13798 739	0,14138 464	0,13675 2027	0,13829 623	0,13839 92
31	0,23578 69	0,27665 68	0,27655 385	0,24546 39	0,24618 453	0,23475 7431	0,23136 0185	0,22858 06
32	0,15898 855	0,19810 8	0,18060 739	0,17309 227	0,17515 12	0,17906 3184	0,18122 5068	0,18472 53
33	0,10576 502	0,14488 483	0,12964 869	0,12007 464	0,12100 116	0,12182 4733	0,12563 3767	0,13067 82

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, jaringan saraf tiruan (JST) dengan algoritma Backpropagation diterapkan untuk memprediksi jumlah perusahaan industri besar dan sedang di Indonesia berdasarkan berbagai faktor input seperti pertumbuhan ekonomi, investasi, tingkat pengangguran, dan perubahan sektor industri. Proses ini melibatkan pengumpulan data dari sumber-sumber terpercaya, seperti Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Perindustrian, yang mencakup periode waktu tertentu. Data yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian model JST dibagi menjadi dua set, yaitu data pelatihan dan data uji. Dari hasil pelatihan, jaringan saraf mampu belajar dan mengidentifikasi pola dari data input untuk memprediksi jumlah perusahaan. Selama proses pelatihan, tingkat kesalahan atau error diukur melalui fungsi biaya, yang kemudian diperbaiki menggunakan metode Backpropagation. Algoritma ini mengoptimalkan bobot setiap neuron agar prediksi menjadi lebih akurat. Pada tahap pengujian, model yang telah dilatih diaplikasikan pada data uji untuk menilai performa prediksi. Berdasarkan hasil uji, prediksi jumlah perusahaan industri besar dan sedang menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Beberapa indikator evaluasi performa, seperti Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Error (MAE), digunakan untuk menilai keakuratan model. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai MSE dan MAE yang diperoleh rendah, yang menandakan bahwa prediksi yang dihasilkan oleh JST cukup akurat.

Dalam pelatihan JST dengan algoritma Backpropagation, terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi performa model, seperti jumlah neuron dalam lapisan tersembunyi, tingkat pembelajaran (learning rate), dan ukuran batch pelatihan. Pada penelitian ini, beberapa eksperimen dilakukan untuk menentukan konfigurasi parameter yang optimal.

- Jumlah Neuron di Lapisan Tersembunyi:** Jumlah neuron dalam lapisan tersembunyi sangat mempengaruhi kemampuan jaringan saraf dalam menangkap pola dari data input. Jika terlalu sedikit neuron yang digunakan, model akan kesulitan menangkap kompleksitas data dan mengalami underfitting. Sebaliknya, jika terlalu banyak neuron, model cenderung menangkap terlalu banyak noise dari data pelatihan dan menyebabkan overfitting. Penelitian ini menemukan bahwa konfigurasi neuron yang tepat di lapisan tersembunyi dapat memberikan keseimbangan yang baik antara akurasi prediksi dan kemampuan generalisasi.
- Tingkat Pembelajaran (Learning Rate):** Tingkat pembelajaran yang terlalu tinggi menyebabkan model belajar terlalu cepat, yang dapat membuat model melewati nilai optimal dari bobot yang seharusnya. Sebaliknya, tingkat pembelajaran yang terlalu rendah membuat proses pelatihan berjalan sangat lambat dan membutuhkan banyak iterasi. Dalam penelitian ini, tingkat pembelajaran dioptimalkan agar model dapat memperbaiki bobot dengan cara yang stabil dan efisien.
- Ukuran Batch Pelatihan:** Ukuran batch yang digunakan dalam pelatihan juga berdampak pada performa model. Ukuran batch yang terlalu besar memerlukan banyak waktu komputasi, sedangkan batch yang terlalu kecil dapat menyebabkan pelatihan menjadi tidak stabil. Penggunaan ukuran batch yang moderat dalam penelitian ini menghasilkan keseimbangan yang baik antara efisiensi pelatihan dan kualitas prediksi.

Meskipun model JST dengan Backpropagation memberikan hasil prediksi yang akurat, terdapat beberapa tantangan yang dihadapi selama pelatihan, salah satunya adalah risiko overfitting. Overfitting terjadi ketika model terlalu spesifik terhadap data pelatihan, sehingga kinerjanya menurun saat diaplikasikan pada data uji yang baru. Untuk mengatasi masalah ini, beberapa teknik regularisasi diterapkan dalam penelitian, seperti dropout dan early stopping.

Dalam penelitian ini, beberapa variabel ekonomi dipertimbangkan sebagai input untuk JST, seperti pertumbuhan PDB, tingkat inflasi, investasi sektor industri, dan tingkat pengangguran. Berdasarkan analisis yang dilakukan, beberapa variabel memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap prediksi jumlah perusahaan industri besar dan sedang, di antaranya:

- a. Pertumbuhan Ekonomi: Pertumbuhan ekonomi yang stabil memiliki korelasi positif dengan peningkatan jumlah perusahaan industri besar dan sedang. Dalam periode ketika PDB meningkat, prediksi jumlah perusahaan industri juga cenderung meningkat, seiring dengan meningkatnya investasi dan kapasitas produksi industri.
- b. Tingkat Investasi: Investasi di sektor industri, baik dalam bentuk domestik maupun asing, juga mempengaruhi jumlah perusahaan yang beroperasi. Semakin besar investasi, semakin banyak perusahaan yang dapat beroperasi atau berekspansi, yang tercermin dalam prediksi model.
- c. Tingkat Pengangguran: Tingkat pengangguran memiliki hubungan negatif dengan pertumbuhan jumlah perusahaan industri. Ketika tingkat pengangguran tinggi, hal ini sering kali menjadi indikasi kurangnya pertumbuhan industri dan penurunan jumlah perusahaan yang aktif.
- d. Pengaruh dari variabel-variabel ini menggarisbawahi pentingnya mengintegrasikan faktor ekonomi makro dalam memprediksi dinamika sektor industri di Indonesia.

Dalam analisis ini, penting untuk memahami signifikansi dari setiap variabel yang digunakan dalam model. Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel-variabel tersebut berkontribusi signifikan terhadap jumlah perusahaan IBS yaitu jumlah karyawan yang menjadi indikator utama karena perusahaan dengan lebih banyak karyawan biasanya termasuk dalam kategori IBS, pendapatan tahunan yang mencerminkan kesehatan finansial perusahaan dan kemampuannya untuk bertahan dan tumbuh di pasar, investasi yang menunjukkan potensi ekspansi dan inovasi, yang berkontribusi pada pertumbuhan jumlah perusahaan, jumlah produk perusahaan yang memiliki variasi produk cenderung lebih mampu bersaing dan berkembang. Implementasi hasil dari model ini dapat diimplementasikan oleh pihak terkait, seperti pemerintah dan pengusaha, untuk mengambil keputusan strategis dalam pengembangan industri. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang jumlah perusahaan IBS, pemerintah dapat merumuskan kebijakan yang mendukung pertumbuhan industri, seperti insentif untuk investasi dan peningkatan pelatihan untuk karyawan. Tantangan dan solusi dari model ini menunjukkan hasil yang memuaskan, beberapa tantangan masih ada dalam proses analisis:

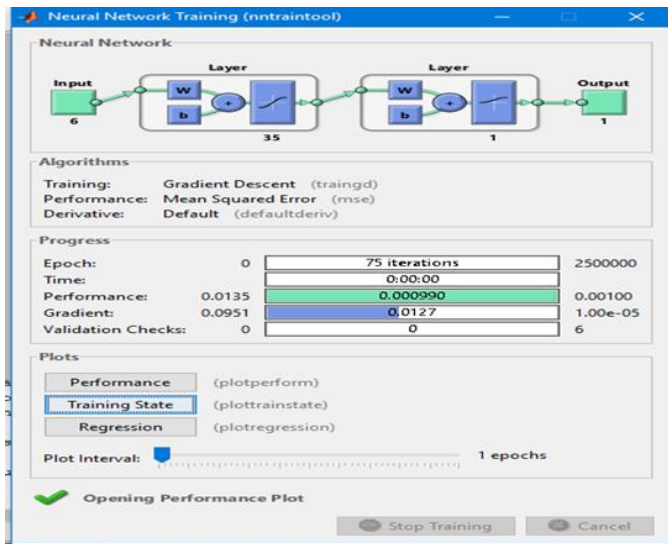
- a. Kualitas Data: Ketersediaan dan kualitas data menjadi tantangan utama. Beberapa perusahaan mungkin tidak melaporkan data yang akurat, yang dapat memengaruhi hasil.
- b. Solusi: Menggunakan metode pengumpulan data yang lebih baik dan validasi data secara berkala.
- c. Variabilitas Eksternal: Perubahan kondisi ekonomi dan kebijakan pemerintah dapat memengaruhi jumlah perusahaan IBS secara signifikan.
- d. Solusi: Melakukan analisis yang lebih mendalam dengan mempertimbangkan faktor eksternal dan menggunakan model yang lebih kompleks untuk menangkap dinamika ini.

Dalam menentukan model arsitektur di backpropagation dilakukan dengan try and tryI. Dari sejumlah hasil try and try, peneliti menggunakan 5 model yang memiliki akurasi mulai dari 50% keatas, antara lain : 6-10-1, 6-20-1, 6-35-1, 6-45-1, dan 6-60-1 dengan parameter sebagai berikut. Pada Tabel 3 merupakan paramater algoritma acropagation.

Tabel 3. Parameter Algoritma Backpropagation

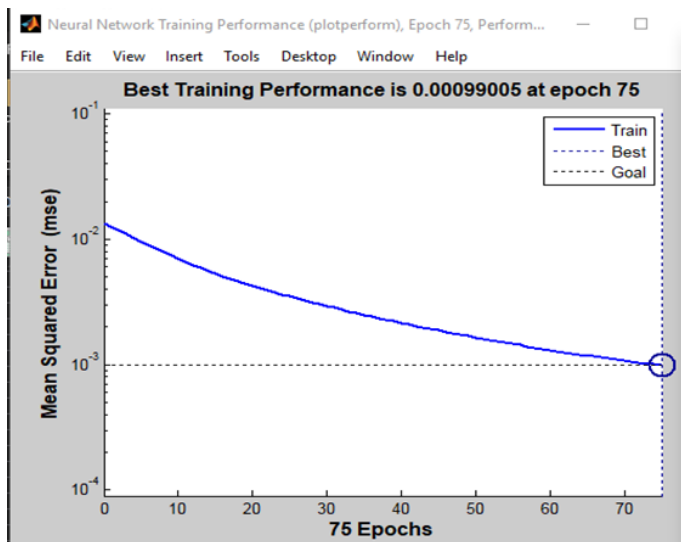
Kode Training	Kode testing
>>	>> PP=[input data pengujian]
net=newff(minmax(P),[10,1],{'tansig','logsig'},'traingd');	>> TT=[output pengujian]
>> net.IW{1,1};	>> [a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,P,[],[],TT)
>> net.b{1};	
>> net.LW{2,1};	
>> net.b{2};	
>> net.trainParam.epochs= 2500000;	
>> net.trainParam.goal = 0.001;	
>> net.trainParam.Lr = 0.1;	
>> net.trainParam.show = 1000;	
>> net=train(net,P,T)	
>>[a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,P,[])	

Berdasarkan Tabel 3 diatas yaitu paramater algoritma backpropagation, penelitian ini menggunakan 5 arsitektur jaringan yakni 6-10-1, 6-20-1, 6-35-1, 6-45-1, dan 6-60-1. Setelah dilakukan pelatihan dari 5 arsitektur tersebut maka menghasilkan arsitektur terbaik yaitu arsitektur 6-35-1 dengan akurasi 88%. Perhatikan gambar 4 yang merupakan hasil data training arsitektur 6-35-1.



Gambar 4. Hasil data training arsitektur 6-35-1

Gambar 4 diatas menjelaskan bahwa hasil pelatihan training arsitektur 6-35-1 menghasilkan epoch sebesar 75 dengan lama waktu 00:00 detik.



Gambar 5. Hasil Performance data training dengan arsitektur 6-35-1

Gambar 5 diatas menjelaskan bahwa Best Training dengan arsitektur 6-35-1 menghasilkan 0,00099005 pada epoch 75. Tabel IV merupakan model arsitektur terbaik, yaitu 6-35-1. Tabel ini dibuat dan dihitung menggunakan Microsoft Excel. Pada Tabel 4 merupakan hasil data training dan testing dengan arsitektur 6-35-1.

Tabel 4. Hasil data training dan testing dengan arsitektur 6-35-1

No	Target	Data training			...	Data testing		Hasil
		Output	Error	SSE		Error	SSE	
1	0,86366	0,7345	0,12916	0,016682	0,2331	0,05433561	0	
2	0,157856	0,1511	0,006756	0,000045	0,020236	0,0004095	1	
3	0,156724	0,1375	0,019224	0,00037	0,018779	0,00035265	1	
4	0,29879	0,2504	0,04839	0,002342	0,079409	0,00630579	1	
5	0,294878	0,2759	0,018978	0,00036	0,142915	0,0204247	0	
6	0,168151	0,1759	-0,00775	0,00006	0,033709	0,0011363	1	
7	0,221477	0,2303	-0,00882	0,000078	0,036198	0,0013103	1	
8	0,173607	0,1689	0,004707	0,000022	0,007381	0,00005447	1	
9	0,180916	0,1951	-0,01418	0,000201	0,041943	0,00175922	1	
10	0,104839	0,1042	0,000639	0,0000004	0,000703	0,000000495	1	
11	0,280775	0,3154	-0,03463	0,001199	-0,03358	0,00112748	0	
12	0,131502	0,1235	0,008002	0,000064	0,006608	0,00004366	1	

13	0,35747	0,3615	-0,00403	0,000016	0,024258	0,00058845	1	
14	0,267083	0,2684	-0,00132	0,0000017	0,034483	0,00118908	1	
15	0,149003	0,1418	0,007203	0,0000519	0,020044	0,00040176	1	
16	0,254317	0,2933	-0,03898	0,00152	-0,00038	0,000000143	1	
17	0,125634	0,1207	0,004934	0,000024	0,011149	0,0001243	1	
18	0,150341	0,146	0,004341	0,000018	0,010621	0,00011281	1	
19	0,174122	0,1662	0,007922	0,0000628	0,005789	0,00003351	1	
20	0,170209	0,1584	0,011809	0,000139	0,009454	0,00008937	1	
21	0,138296	0,1367	0,001596	0,0000025	0,014899	0,00022198	1	
22	0,23136	0,253	-0,02164	0,000468	0,033581	0,00112768	1	
23	0,181225	0,1838	-0,00257	0,0000066	0,017925	0,00032131	1	
24	0,125634	0,1224	0,003234	0,0000105	0,015678	0,0002458	1	
				Total	0,023747	Total	0,09171637	88%
				MSE	0,000989	MSE	0,00382152	

Pada tabel 5 dapat dilihat perbandingan dari 5 model arsitektur jaringan yang digunakan. Dari ke-5 model arsitektur ini, tingkat Epoch dan waktu yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi matlab, sedangkan MSE dan akurasi dari masing-masing model arsitektur diperoleh dengan menggunakan perhitungan pada Microsoft Excel. Dari ke-5 model ini, arsitektur 6-35-1 adalah yang terbaik dengan Epoch 75, waktu 00:00 detik, MSE testing 0,00382152 serta akurasi 88%. Tabel 5 merupakan hasil data training dan testing pelatihan Backpropagation.

Tabel 5. Hasil data training dan testing pelatihan Backpropagation

No	Arsitektur	Training			Testing	
		Epoch	Waktu Pelatihan	MSE Pelatihan	MSE Pengujian	Akurasi
1	6-10-1	917	00:00:02	0,000999495	0,007961437	79%
2	6-20-1	303	00:00:02	0,000999034	0,000954367	71%
3	6-35-1	75	00:00:00	0,000989445	0,003821515	88%
4	6-45-1	252	00:00:01	0,00099807	0,00313812	63%
5	6-60-1	671	00:00:01	0,000998337	0,00188494	75%

Berdasarkan tabel 5 diatas, hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan saraf tiruan (JST) dengan algoritma Backpropagation memberikan performa yang memuaskan dalam memprediksi jumlah perusahaan industri besar dan sedang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai kesalahan prediksi yang rendah dan kemampuan model dalam melakukan generalisasi terhadap data baru. Backpropagation bekerja secara efektif dengan memperbaiki bobot jaringan saraf berdasarkan kesalahan yang diperoleh selama pelatihan. Salah satu keunggulan utama dari metode Backpropagation adalah kemampuannya untuk menangkap hubungan non-linier antar variabel input, yang sulit diidentifikasi oleh metode regresi linier atau metode statistik lainnya. Industri besar dan sedang di Indonesia dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling berkaitan, seperti kebijakan ekonomi, perubahan teknologi, dan kondisi pasar global. JST dengan Backpropagation mampu memodelkan kompleksitas ini dengan baik, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode tradisional. Meskipun penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam prediksi jumlah perusahaan industri besar dan sedang, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dicatat:

- Ketersediaan Data: Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada variabel-variabel tertentu, yang mungkin belum mencakup seluruh faktor yang mempengaruhi jumlah perusahaan industri.
- Kompleksitas Model: Meskipun JST dengan Backpropagation mampu menangkap pola kompleks, model ini juga membutuhkan waktu komputasi yang lebih besar dan parameter yang lebih sulit dioptimalkan dibandingkan metode sederhana lainnya.
- Keterbatasan ini membuka peluang untuk penelitian lanjutan yang dapat mengatasi masalah-masalah tersebut dengan metode yang lebih canggih atau dataset yang lebih komprehensif.

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi yang penting, baik dari sisi kebijakan maupun dari sisi praktis. Dari perspektif kebijakan, prediksi jumlah perusahaan industri besar dan sedang dapat memberikan wawasan yang berguna bagi para pengambil kebijakan dalam merencanakan strategi ekonomi dan industri. Misalnya, dengan mengetahui tren pertumbuhan industri, pemerintah dapat merancang kebijakan yang mendukung investasi atau memperbaiki regulasi yang menghambat pertumbuhan sektor industri. Dari perspektif praktis, perusahaan dan investor dapat menggunakan model prediktif ini untuk memperkirakan peluang pasar dan menentukan strategi bisnis mereka. Prediksi yang lebih akurat mengenai jumlah perusahaan di sektor tertentu dapat membantu perusahaan dalam merencanakan produksi, menentukan strategi pemasaran, dan mengoptimalkan alokasi sumber daya.

4. KESIMPULAN

Analisis menggunakan metode backpropagation menunjukkan bahwa model ini efektif dalam memprediksi jumlah perusahaan industri besar dan sedang (IBS) di Indonesia. Dengan memanfaatkan data historis dan variabel-variabel terkait, model dapat mengidentifikasi pola dan hubungan yang kompleks, memberikan hasil yang akurat dan dapat

diandalkan. Selain itu, backpropagation memungkinkan optimasi parameter yang signifikan, sehingga meningkatkan presisi prediksi. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas maka penulis dapat mengambil kesimpulan percobaan dalam proses pelatihan dan pengujian sistem dengan menggunakan software matlab R2012b, model arsitektur 6-35-1 adalah yang memiliki hasil terbaik dengan Epoch training = 75 dan MSE sebesar 0,000989445, serta menunjukkan akurasi 88%. Hasil analisis ini memberikan wawasan penting bagi para pemangku kebijakan dan pelaku industri untuk memahami dinamika sektor industri di Indonesia. Dengan informasi yang tepat, mereka dapat mengambil langkah strategis dalam pengembangan dan pengawasan industri, penggunaan teknologi ini memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai dinamika industri, memungkinkan pemangku kepentingan untuk merumuskan strategi yang lebih tepat sasaran. Dengan demikian, implementasi analisis backpropagation tidak hanya mendukung pemantauan jumlah IBS, tetapi juga berpotensi untuk mengoptimalkan pertumbuhan industri secara keseluruhan di Indonesia. Ke depan, disarankan untuk terus mengembangkan model dengan data yang lebih komprehensif dan teknik pembelajaran mesin yang lebih canggih, guna meningkatkan akurasi dan relevansi prediksi dalam konteks perubahan ekonomi yang cepat.

REFERENCES

- [1] E. W. Sofiati, "Neural Network Backpropagation Untuk Prediksi Kunjungan Pada Ruang Belajar (Studi Kasus Di Bagindo Aziz Chan Youth Center Kota Padang)," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 8, no. 1, p. 62, 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i1.1100.
- [2] A. R. Wiranto, E. Setiawan, A. Nuryaman, and M. Usman, "Implementasi Metode Backpropagation Neural Network Dalam Meramalkan Tingkat Inflasi Di Indonesia," *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, vol. 11, no. 1, pp. 8–16, 2023, doi: 10.26740/mathunesa.v11n1.p8-16.
- [3] International Labour Organization, "The COVID-19 response: Getting gender equality right for a better future for women at work," *Pancanaka*, vol. 1, no. May, p. 14, 2020.
- [4] P. K. Ozili and T. G. Arun, "Spillover of COVID-19: Impact on the Global Economy," *SSRN Electronic Journal*, 2020, doi: 10.2139/ssrn.3562570.
- [5] O. Coibion, Y. Gorodnichenko, and M. Weber, "Labor Markets During the COVID-19 Crisis: A Preliminary View," vol. 8, no. 1, 2020.
- [6] S. Lee, D. Schmidt-Klau, and S. Verick, "The Labour Market Impacts of the COVID-19: A Global Perspective," *Indian Journal of Labour Economics*, vol. 63, no. s1, pp. 11–15, 2020, doi: 10.1007/s41027-020-00249-y.
- [7] S. I. Statistik, "Analisis Hasil Survei Dampak COVID-19 terhadap Pelaku usaha," *Analisis Hasil Survei Dampak COVID-19 terhadap Pelaku usaha*, p. vi+ 22 halaman, 2020.
- [8] Badan Pusat Statistik, "Jumlah Perusahaan IBS (KBLI 2020) (Unit), 2015-2020."
- [9] Badan Pusat Statistik, "STATISTIK INDONESIA 2023," Statistik Indonesia 2023.
- [10] Badan Pusat Statistik, "Jumlah Perusahaan IBS (KBLI 2020) (Unit), 2015-2020."
- [11] Badan Pusat Statistik, "STATISTIK INDONESIA 2023," Statistik Indonesia 2023.
- [12] Putrama Alkhairi and A. P. Windarto, "Classification Analysis of Back propagation-Optimized CNN Performance in Image Processing," *Journal of Systems Engineering and Information Technology (JOSEIT)*, vol. 2, no. 1, pp. 8–15, 2023, doi: 10.29207/joseit.v2i1.5015.
- [13] M. Thoriq, "Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, vol. 4, pp. 27–32, 2022, doi: 10.37034/jidt.v4i1.178.
- [14] N. A. Santoso and M. N. Hasan, "Penerapan Algoritma Jst Menggunakan Metode Backpropagation Untuk Mengidentifikasi Potensi Mahasiswa Baru Stmik Tegal Application of Jst Algorithm Using Backpropagation Method for Identify Potential New Students Stmik Tegal," *Teknomatika*, vol. 13, no. 02, pp. 28–33, 2023.
- [15] W. Aryanti, "dengan Algoritma Backpropagation untuk Memprediksi Harga Saham," *Jurnal Riset Statistika (JRS)*, vol. 3, pp. 107–118, 2023.
- [16] R. Maiyuriska, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi Hasil Panen Gabah Padi," *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, vol. 4, pp. 28–33, 2022, doi: 10.37034/infec.v4i1.115.
- [17] W. T. Rosaamalia, R. Santoso, and S. Suparti, "Penerapan Algoritma Backpropagation Dan Optimasi Conjugate Gradient Untuk Klasifikasi Hasil Tes Laboratorium," *Jurnal Gaussian*, vol. 11, no. 4, pp. 506–511, 2023, doi: 10.14710/j.gauss.11.4.506-511.
- [18] W. Saputra, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the Resilient Method in Training and Accuracy in the Backpropagation Method," *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science)*, vol. 5, no. 1, p. 52, 2021, doi: 10.30865/ijics.v5i1.2922.
- [19] K. F. Irandana, A. P. Windarto, and I. S. Damanik, "Optimasi Particle Swarm Optimization Pada Peningkatan Prediksi dengan Metode Backpropagation Menggunakan Software RapidMiner," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 1, p. 122, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i1.3836.
- [20] S. Samsudin, A. Ikhwan, R. A. Putri, and M. Badri, "Implementasi Algoritma Backpropagation Neural Networks Untuk Memprediksi Hasil Kinerja Dosen," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 4, no. 2, pp. 410–417, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i2.2685.