

Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Tingkat Pertumbuhan Industri Mikro Dan Kecil Berdasarkan Provinsi

Ahmad Revi
Program Studi Manajemen
Informatika
AMIK Tunas Bangsa
ahmadrevi98@gmail.com

Solikhun
Program Studi Manajemen
Informatika
AMIK Tunas Bangsa
solikhun@amiktunasbangsa.ac.id

Iin Parlina
Program Studi Manajemen
Informatika
AMIK Tunas Bangsa
iin@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak - Peran usaha mikro dan kecil di Indonesia yaitu sebagai dasar pondasi pembangunan nasional. Usaha industri mikro dan kecil merupakan motor inovasi dan pertumbuhan ekonomi nasional mengingat bahwa usaha mikro dan kecil adalah penyedia lapangan kerja utama serta memberikan kontribusi dalam pembentukan PDB nasional. Kontribusi sektor usaha mikro, kecil, dan menengah terhadap produk domestik bruto meningkat dari 57,84 persen menjadi 60,34 persen dalam lima tahun terakhir. Serapan tenaga kerja pada sektor ini juga meningkat, dari 96,99 persen menjadi 97,22 persen pada periode yang sama. Penelitian ini berguna untuk memberikan gambaran tentang keadaan dimasa mendatang sehingga dapat menjadi sebuah tolak ukur kepada pemerintah untuk menciptakan tindakan-tindakan lebih yang dapat meningkatkan perekonomian nasional. Adapun metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Dalam JST terdapat teknik peramalan yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi yaitu *backpropogation*. Data yang digunakan adalah data Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil berdasarkan Provinsi tahun 2012 sampai tahun 2017 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik Nasional (*online*: bps.go.id). Di gunakan 5 model arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan yaitu 5-10-1, 5-12-1, 5-14-1, 5-16-1 dan 5-18-1. Didapatkan hasil terbaik yaitu model arsitektur 5-14-1 dengan akurasi kebenaran 100% dan MSE 0.000999984 yang kemudian digunakan untuk prediksi.

Kata Kunci: *Backpropagation*, Industri Mikro dan Kecil, Jaringan Syaraf Tiruan, Peramalan/Prediksi.

I. PENDAHULUAN

Dalam rangka mendorong laju pertumbuhan ekonomi maka pemerintah telah melakukan tindakan berupa perhatian lebih terhadap usaha mikro dan kecil. Peran usaha mikro dan kecil di Indonesia sebagaimana halnya yang terjadi di negara-negara lain yaitu sebagai dasar pondasi pembangunan nasional. Usaha mikro adalah perusahaan industri yang tenaga kerjanya berkisar diantara 1-4 pekerja, dan usaha kecil

adalah perusahaan industri yang tenaga kerjanya antara 5-19 orang. Pembangunan nasional adalah usaha peningkatan kualitas manusia dan masyarakat Indonesia secara berkelanjutan dan sesuai dengan kemampuan nasional dengan memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi serta memperhatikan tantangan-tantangan global. Tujuannya adalah mewujudkan kehidupan bangsa yang berdaulat, mandiri, maju dan sejahtera perekonomiannya. Usaha industri mikro dan kecil merupakan motor inovasi dan pertumbuhan ekonomi nasional mengingat bahwa usaha mikro dan kecil adalah penyedia lapangan kerja utama serta memberikan kontribusi dalam pembentukan PDB nasional.

Usaha mikro dan kecil umumnya menggunakan modal sendiri dengan memanfaatkan bahan-bahan di sekitarnya sehingga tahan terhadap krisis ekonomi dan bahkan penyelamat perekonomian dimasa krisis. Kedudukannya sebagai pemain utama dalam perekonomian Indonesia dapat dilihat dari sumbangannya dalam menjaga neraca pembayaran melalui kegiatan ekspor, penyedia lapangan kerja terbesar dan pencipta pasar baru dan inovasi. Kontribusi sektor usaha mikro, kecil, dan menengah terhadap produk domestik bruto meningkat dari 57,84 persen menjadi 60,34 persen dalam lima tahun terakhir. Serapan tenaga kerja pada sektor ini juga meningkat, dari 96,99 persen menjadi 97,22 persen pada periode yang sama. Meskipun indikator kontribusi terhadap pembentukan produk domestik bruto (PDB) dan serapan tenaga kerja naik, akses sektor usaha mikro, kecil, ke rantai pasok produksi global sangat minim yaitu sekitar 0,8 persen.

Untuk mengatasi masalah ini perlulah dibuat kajian untuk memprediksi pertumbuhan usaha industri mikro dan kecil guna memberikan gambaran tentang keadaan dimasa mendatang sehingga dapat menjadi sebuah tolak ukur kepada pemerintah untuk menciptakan tindakan-tindakan lebih yang dapat meningkatkan perekonomian nasional. Adapun metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Dalam JST terdapat teknik peramalan yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi yaitu *backpropogation*. Dengan menggunakan teknik ini dimaksudkan untuk membuat sebuah sistem yang dapat memprediksi pertumbuhan industri mikro dan kecil

berdasarkan provinsi. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat membantu mengambil keputusan untuk melakukan kegiatan-kegiatan yang menyangkut tentang peningkatan perekonomian masyarakat melalui usaha industri mikro dan kecil sehingga Indonesia dapat menjadi negara yang maju.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Kecerdasan buatan atau disebut juga *Artificial Intelligence* (AI) merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia [1]. Menurut John McCarthy dalam Dahria (2008), *Artificial Intelligence* (AI) adalah untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia. Cerdas, berarti memiliki pengetahuan dan pengalaman, penalaran, bagaimana membuat keputusan dan mengambil tindakan moral yang baik [2].

B. Jaringan Syaraf Tiruan

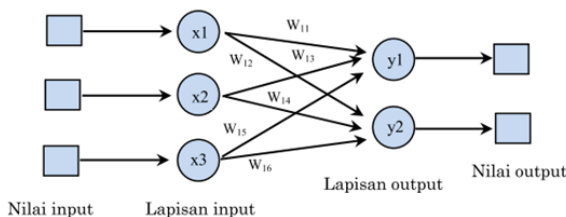
Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan salah satu representasi buatan otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia [3]. Istilah buatan digunakan karena jaringan syaraf diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran [4]. JST dimaksudkan untuk menghasilkan model sistem komputasi yang sesuai dengan cara kerja jaringan syaraf biologis. Model JST yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Backpropagation*.

C. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

JST memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Arsitektur JST tersebut, antara lain [5] sebagai berikut :

a) Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer Network*)

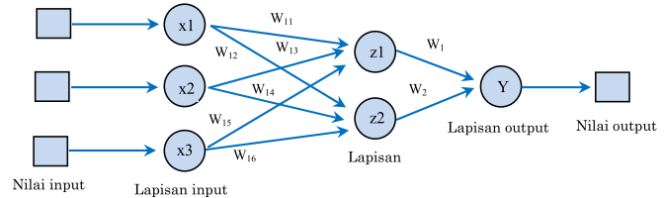
Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari 1 lapisan *input* dan 1 lapisan *output*. Setiap neuron yang terdapat di dalam lapisan *input* selalu terhubung dengan setiap neuron yang terdapat pada lapisan *output*. Jaringan ini hanya menerima *input* kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui lapisan tersembunyi.



Gambar 1. Arsitektur Lapisan Tunggal.

b) Jaringan Banyak Lapisan (*Multilayer Net*)

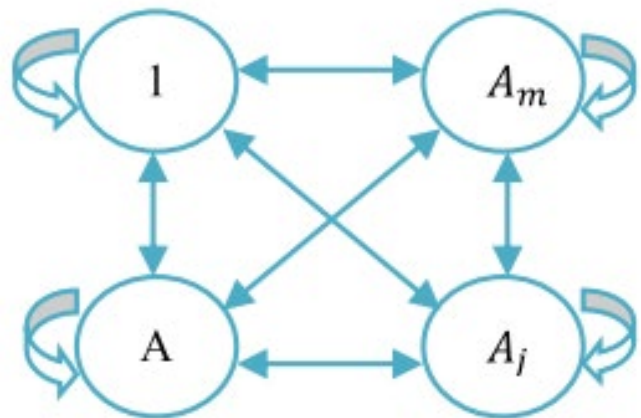
Jaringan dengan lapisan jamak memiliki ciri khas tertentu yaitu memiliki 3 jenis lapisan yakni lapisan *input*, lapisan *output*, dan lapisan tersembunyi. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun, proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cenderung lama.



Gambar 2. Arsitektur Lapisan *Multilayer*.

c) Jaringan Lapisan Kompetitif (*Competitive Layer*)

Pada jaringan ini sekumpulan neuron bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif.



Gambar 3. Arsitektur Lapisan Kompetitif.

D. Prediksi/Peramalan

Prediksi/peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa yang akan datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa [6].

E. Model Jaringan Syaraf Tiruan yang Digunakan

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah model *Backpropagation*. *Backpropagation* adalah salah satu model JST yang mempunyai kemampuan mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan [7].

Terdapat 3 fase dalam pelatihan *backpropagation*, yaitu fase maju (*feed forward*), fase mundur (*back propagation*), dan fase modifikasi bobot. Dalam fase *feed forward*, pola

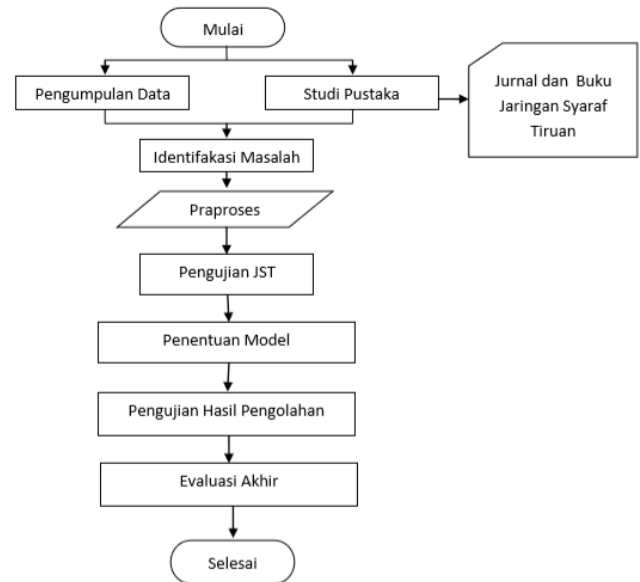
masukan dihitung maju dimulai dari lapisan *input* hingga lapisan *output*. Dalam fase *back propagation*, tiap-tiap unit *output* menerima target pola yang berhubungan dengan pola *input* untuk dihitung nilai kesalahan. Kesalahan tersebut akan dipropagasikan mundur. Sedangkan fase modifikasi bobot bertujuan untuk menurunkan kesalahan yang terjadi. Ketiga fase tersebut diulang secara terus menerus hingga kondisi penghentian dipenuhi [8].

Secara rinci algoritma pelatihan jaringan *Backpropagation* dapat diuraikan sebagai berikut [9] :

- Langkah 0: Inisialisasi bobot-bobot, konstanta laju pelatihan (α), toleransi *error* atau nilai bobot (bila menggunakan nilai bobot sebagai kondisi berhenti) atau set maksimal *epoch* (jika menggunakan banyaknya *epoch* sebagai kondisi berhenti).
- Langkah 1: Selama kondisi berhenti belum dicapai, maka lakukan langkah ke-2 hingga langkah ke-9.
- Langkah 2: Untuk setiap pasangan pola pelatihan, lakukan langkah ke-3 sampai langkah ke- 8.
- Langkah 3: Tahap I : Umpan maju (*feed forward*). Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.
- Langkah 4: Masing-masing unit di lapisan tersembunyi (dari unit ke-1 hingga unit ke-p) dikalikan dengan bobotnya dan dijumlahkan serta ditambahkan dengan biasnya.
- Langkah 5: Masing-masing unit *output* ($y_{k,k=1,2,3,...m}$) dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan serta ditambahkan dengan biasnya.
- Langkah 6: Tahap II: Umpan mundur (*backward propagation*). Masing-masing unit *output* ($y_{k,k=1,2,3,...m}$) menerima pola target t_k sesuai dengan pola masukan/*input* saat pelatihan dan kemudian informasi kesalahan/error lapisan *output* (δ_k) dihitung. δ_k dikirim ke lapisan dibawahnya dan digunakan untuk menghitung besarnya koreksi bobot dan bias (ΔW_{jk} dan ΔW_{ok}) antara lapisan tersembunyi dengan lapisan *output*.
- Langkah 7: Pada setiap unit di lapisan tersembunyi (dari unit ke-1 hingga ke-p; $i=1...n; k=1...m$) dilakukan perhitungan informasi kesalahan lapisan tersembunyi (δ_j). δ_j kemudian digunakan untuk menghitung besar koreksi bobot dan bias (ΔV_{ji} dan ΔV_{jo}) antara lapisan *input* dan lapisan tersembunyi.
- Langkah 8: Tahap III : Pengupdatean bobot dan bias. Masing-masing unit *output*/keluaran ($y_k, k=1,2,3,...,m$) dilakukan pengupdatean bias dan bobotnya ($j=0,1,2,...,p$) sehingga menghasilkan bobot dan bias baru. Demikian juga untuk setiap unit tersembunyi mulai dari unit ke-1 sampai dengan unit ke-p dilakukan pengupdatean bobot dan bias.
- Langkah 9 : Uji kondisi berhenti (akhir iterasi).

F. Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian dilakukan dengan sistematis dan alur yang baik agar didapatkan hasil yang sesuai dengan target sehingga dapat dijadikan bahan referensi bagi para peneliti lain. Adapun langkah yang dilakukan yaitu:



Gambar 4. Langkah-Langkah Penelitian

Keterangan Kerangka Kerja :

- a) Pengumpulan Data
Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data dikumpulkan dari sampel yang telah ditentukan sebelumnya. Sampel tersebut terdiri atas sekumpulan unit analisis sebagai sasaran penelitian.
- b) Studi Pustaka
Untuk mencapai tujuan yang akan ditentukan, maka perlu dipelajari beberapa literatur-literatur yang digunakan. Studi pustaka merupakan langkah awal dalam penelitian ini, studi pustaka ini dilakukan untuk melengkapi pengetahuan dasar dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini.
- c) Identifikasi 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
Tahap praproses merupakan tahap seleksi data yang bertujuan untuk mendapatkan data yang bersih dan siap untuk digunakan dalam penelitian.
- e) Pengujian Jaringan Saraf Tiruan
Setelah mendapatkan data yang cukup maka proses pengujian dan pelatihan data diolah dengan menggunakan algoritma *Backpropagation*.
- f) Penentuan Model
Pada tahap ini akan dilakukan penentuan model jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation*. Hasil dari tahap ini adalah untuk mendapatkan pola yang terbaik jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation*.
- g) Pengujian Hasil Pengolahan Data
Setelah proses penentuan model selesai, maka dilakukan tahapan uji coba terhadap hasil pengolahan data dari hasil desain program. Apakah desain program yang dibuat telah sesuai dengan apa yang diharapkan.

h) Evaluasi Akhir

Evaluasi akhir dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang tersebut sesuai dengan yang diharapkan. Evaluasi dilakukan untuk membandingkan hasil yang diharapkan pada tahap implementasi sistem yang dibuat secara manual dengan sistem yang dibuat menggunakan software Matlab.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

a) Pendefinisian *Input* dan Target

Data pertumbuhan industri mikro dan kecil selanjutnya akan diolah oleh JST dengan metode *Backpropagation*. Agar data dapat dikenali, maka data harus ditransformasikan kedalam bentuk bilangan antara 0 sampai 1 (*logsig*). Data yang digunakan meliputi data pertumbuhan industri mikro dan kecil dari tahun 2012 sampai tahun 2017 yang diperoleh website dari Badan Pusat Statistik. Data-data yang digunakan diperoleh berdasarkan kategori dari masing-masing variabel selain juga untuk memudahkan mengingat dalam pendefinisianya.

b) Pendefinisian *Input*

Variabel data yang dipakai adalah kriteria yang menjadi acuan dalam pengambilan keputusan. Variabel ditentukan dengan cara melihat ketergantungan data terhadap penelitian yang dilakukan. Adapun daftar variabel dalam memprediksi Data Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Daftar Kriteria Data Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil.

No	Variabel	Nama Kriteria
1	X1	Data Tahun 2012
2	X2	Data Tahun 2013
3	X3	Data Tahun 2014
4	X4	Data Tahun 2015
5	X5	Data Tahun 2016

Data sampel yang digunakan adalah Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil Berdasarkan Provinsi dari Tahun 2012 sampai tahun 2017 yang terdiri dari 33 data lengkap tiap provinsi dimana untuk pelatihan digunakan data 1 sampai 17 dan untuk pengujian digunakan data 18 sampai 33 dengan masing-masing data memiliki 5 variabel dan 1 target. Data ini nantinya akan ditransformasikan ke sebuah data antara 0 sampai 1 sebelum dilakukan pelatihan dan pengujian menggunakan Jaringan Saraf Tiruan metode *Backpropagation* dengan rumus :

$$x' = \frac{0,8(x-x_{min})}{x_{max}-x_{min}} + 0,1 \dots \dots \dots (1)$$

c) Pendefinisian Target

Adapun target yang digunakan adalah data Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil pada tahun 2017.

d) Pendefinisian *Output*

Hasil yang diharapkan pada tahap pendefinisian ini adalah untuk mencari pola menentukan nilai terbaik untuk memprediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil Berdasarkan Provinsi. Hasil pengujian berfungsi sebagai berikut :

- Untuk mengetahui prediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil Berdasarkan Provinsi yang didasarkan pada Data Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil Berdasarkan Provinsi. *Output* dari prediksi ini adalah pola arsitektur terbaik untuk memprediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil Berdasarkan Provinsi dengan melihat error minimum.
- Kategorisasi *Output* pelatihan (*train*) dan pengujian (*test*) Kategori untuk *output* ditentukan oleh tingkat error minimum dari target. Batasan kategori tersebut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 2. Data Kategorisasi.

No	Keterangan	Error Minimum
1	Benar	0.001-0.05
2	Salah	> 0.05

B. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan Matlab aplikasi perangkat lunak. Sampel data adalah Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil Berdasarkan Provinsi. Data ini akan digunakan pada data pelatihan dan data pengujian. Sampel data yang telah diproses dan ditransformasikan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Data Mentah.

No	Provinsi	Tahun					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Aceh	102.2	95.81	105.08	108.44	110.86	131.85
2	Sumatera Utara	100.7	104.08	108.69	114.75	125.5	126.16
3	Sumatera Barat	97.09	104.65	102.32	104.24	108.22	105.64
4	Riau	96.8	101.56	106.58	103.44	101.35	112.5
5	Jambi	88.41	87.7	89.21	98.42	103.77	117.59
6	Sumatera Selatan	102.51	104.12	109.87	102.06	110.34	115.55
7	Bengkulu	93.78	90.11	99.29	107.4	115.18	125.77
8	Lampung	104.36	100.84	104.97	114.03	120.79	122.05
9	Kep. Bangka Belitung	101.14	100.66	100.91	95.94	87.34	95.61
10	Kep. Riau	96.99	98.8	107.44	120.29	121.05	130.7
11	Dki Jakarta	106.97	120.26	127.12	138.55	150.24	167.19
12	Jawa Barat	101.73	113.25	114.63	117.11	115.56	116.64
13	Jawa Tengah	104.41	114.94	118.35	124.92	127.52	124.17

14	DI Yogyakarta	94.73	107.08	111.04	114.87	121.22	136.23
15	Jawa Timur	104.77	113.75	118.23	124.02	126.55	129.67
16	Banten	110.74	111.29	118.1	120.4	131.04	151.91
17	Bali	98.32	117.21	122.01	135.81	147.37	151.48
18	Nusa Tenggara Barat	105.42	111.89	118.15	110.88	106.9	106.83
19	Nusa Tenggara Timur	105.29	103.53	106.49	112.52	128.51	154.11
20	Kalimantan Barat	106.96	113	112.64	117.99	119.82	123.8
21	Kalimantan Tengah	95.68	90.81	95.55	106.32	109.1	129.9
22	Kalimantan Selatan	99.5	108.08	112.99	121.66	136.27	153.46
23	Kalimantan Timur	95.79	106.35	109.04	111.37	128.7	136.28
24	Sulawesi Utara	94.88	95.49	99.06	103.37	105.01	110
25	Sulawesi Tengah	109.44	113.6	127.8	134.36	149.05	154.23
26	Sulawesi Selatan	110.41	103.87	115.4	117.52	121.6	121.59
27	Sulawesi Tenggara	107.86	113.01	128.09	128.46	138.04	156.98
28	Gorontalo	97.06	111.66	113.19	128.09	143.72	159.35
29	Sulawesi Barat	104.65	105.94	111.34	126.25	146.64	166.98
30	Maluku	102.92	108.92	116.44	136.79	160.34	177.95
31	Maluku Utara	103.33	121.42	130.74	145.61	169.8	191.66
32	Papua Barat	105.56	100.39	106.49	122.93	132.7	137.01
33	Papua	98.32	95.73	97.76	104.44	120.23	139.36

Sumber : Diolah dari Badan Pusat Statistik (www.bps.go.id)

Tabel 4. Sampel dari Data yang Telah Ditransformasikan.

No	Data Ke-	Transformasi					
		X1	X2	X3	X4	X5	Target
1	Data 1	0.2140	0.1650	0.2360	0.2618	0.2804	0.4413
2	Data 2	0.2025	0.2284	0.2637	0.3102	0.3926	0.3977
3	Data 3	0.1748	0.2327	0.2149	0.2296	0.2601	0.2403
4	Data 4	0.1725	0.2090	0.2475	0.2235	0.2074	0.2929
5	Data 5	0.1082	0.1028	0.1143	0.1850	0.2260	0.3320
6	Data 6	0.2163	0.2287	0.2728	0.2129	0.2764	0.3163
7	Data 7	0.1494	0.1212	0.1916	0.2538	0.3135	0.3947
8	Data 8	0.2305	0.2035	0.2352	0.3047	0.3565	0.3662
9	Data 9	0.2058	0.2021	0.2041	0.1660	0.1000	0.1634
10	Data 10	0.1740	0.1879	0.2541	0.3527	0.3585	0.4325
11	Data 11	0.2505	0.3525	0.4051	0.4927	0.5824	0.7123
12	Data 12	0.2104	0.2987	0.3093	0.3283	0.3164	0.3247
13	Data 13	0.2309	0.3117	0.3378	0.3882	0.4081	0.3824
14	Data 14	0.1567	0.2514	0.2817	0.3111	0.3598	0.4749
15	Data 15	0.2337	0.3025	0.3369	0.3813	0.4007	0.4246
16	Data 16	0.2794	0.2837	0.3359	0.3535	0.4351	0.5952
17	Data 17	0.1842	0.3291	0.3659	0.4717	0.5604	0.5919
18	Data 18	0.2387	0.2883	0.3363	0.2805	0.2500	0.2495

19	Data 19	0.2377	0.2242	0.2469	0.2931	0.4157	0.6120
20	Data 20	0.2505	0.2968	0.2940	0.3350	0.3491	0.3796
21	Data 21	0.1640	0.1266	0.1630	0.2456	0.2669	0.4264
22	Data 22	0.1933	0.2590	0.2967	0.3632	0.4752	0.6071
23	Data 23	0.1648	0.2458	0.2664	0.2843	0.4172	0.4753
24	Data 24	0.1578	0.1625	0.1899	0.2229	0.2355	0.2738
25	Data 25	0.2695	0.3014	0.4103	0.4606	0.5732	0.6130
26	Data 26	0.2769	0.2268	0.3152	0.3314	0.3627	0.3627
27	Data 27	0.2574	0.2969	0.4125	0.4153	0.4888	0.6340
28	Data 28	0.1745	0.2865	0.2982	0.4125	0.5324	0.6522
29	Data 29	0.2327	0.2426	0.2840	0.3984	0.5548	0.7107
30	Data 30	0.2195	0.2655	0.3232	0.4792	0.6598	0.7949
31	Data 31	0.2226	0.3613	0.4328	0.5469	0.7324	0.9000
32	Data 32	0.2397	0.2001	0.2469	0.3729	0.4479	0.4809
33	Data 33	0.1842	0.1643	0.1799	0.2311	0.3522	0.4989

C. Perancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah dengan langkah pembelajaran *feedforward* untuk memprediksi pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil berdasarkan provinsi dengan menggunakan fungsi *training* traingd. Jaringan ini memiliki beberapa lapisan, yaitu lapisan masukan (*input*), lapisan keluaran (*output*) dan beberapa lapisan tersembunyi (*hidden*). Lapisan tersembunyi tersebut membantu jaringan untuk dapat mengenali lebih banyak pola masukan dibandingkan dengan jaringan yang tidak memiliki lapisan tersembunyi. Parameter-parameter dalam pembentukan jaringan *Backpropagation* menggunakan 5 variabel masukan, 1 lapisan tersembunyi dan 1 lapisan keluaran. Adapun model arsitektur yang akan digunakan untuk mendapatkan arsitektur terbaik adalah 5-10-1, 5-12-1, 5-14-1, 5-16-1 dan 5-18-1.

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam pengguna algoritma propagasi balik dengan fungsi aktivasi sigmoid. Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- Inisialisasi (*initialization*), merupakan tahap di mana variabel-variabel nilai akan didefinisikan terlebih dahulu, misalnya seperti: nilai data *input*, *weight*, nilai *output* yang diharapkan, *learning rate* dan nilai-nilai data lainnya.
- Aktivasi (*activation*), merupakan proses perhitungan terhadap nilai aktual *output* pada *hidden layer* dan menghitung nilai actual *output* pada *output layer*.
- *Weight Training*, merupakan proses perhitungan nilai *error gradient* pada *output layer* dan menghitung nilai *error gradient* pada *hidden layer*
- *Iteration*, merupakan tahap akhir dalam pengujian, dimana jika masih terjadi *error* minimum yang diharapkan belum ditemukan maka kembali pada tahap aktivasi (*activation*).

Arsitektur yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan ini memiliki karakteristik arsitektur jaringan sebagai berikut :

Tabel 5. Arsitektur Jaringan.

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	1 <i>hidden layer</i>
Input Data	5
Output Data	1
Training Function	Traingd
Activation Function	Sigmoid
Goal	0,001
Maximum Epoch	1000000
Learning Rate	0,01

a) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-10-1

Data yang digunakan dalam melakukan pelatihan adalah 17 data pertama tahun 2012 sampai tahun 2016 dengan target data tahun 2017 dan pengujiannya menggunakan data dari 16 data terakhir tahun 2012 sampai tahun 2016 dengan target data tahun 2017. Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 5-10-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 6. Pelatihan dan Pengujian Model 5-10-1.

Pelatihan				Pengujian			
Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE
0.4413	0.3971	0.0442	0.0020	0.2495	0.3116	-0.0621	0.0039
0.3977	0.3871	0.0106	0.0001	0.6120	0.4338	0.1782	0.0318
0.2403	0.2613	-0.0210	0.0004	0.3796	0.3677	0.0119	0.0001
0.2929	0.2636	0.0293	0.0009	0.4264	0.3575	0.0689	0.0048
0.3320	0.3415	-0.0095	0.0001	0.6071	0.4237	0.1834	0.0336
0.3163	0.3177	-0.0014	0.0000	0.4753	0.3645	0.1108	0.0123
0.3947	0.3962	-0.0015	0.0000	0.2738	0.3318	-0.0580	0.0034
0.3662	0.3808	-0.0146	0.0002	0.6130	0.7293	-0.1163	0.0135
0.1634	0.1711	-0.0077	0.0001	0.3627	0.5257	-0.1630	0.0266
0.4325	0.4738	-0.0413	0.0017	0.6340	0.7234	-0.0894	0.0080
0.7123	0.6858	0.0265	0.0007	0.6522	0.4462	0.2060	0.0424
0.3247	0.3276	-0.0029	0.0000	0.7107	0.4365	0.2742	0.0752
0.3824	0.4474	-0.0650	0.0042	0.7949	0.4828	0.3121	0.0974
0.4749	0.3996	0.0753	0.0057	0.9000	0.7570	0.1430	0.0205
0.4246	0.4499	-0.0253	0.0006	0.4809	0.3939	0.0870	0.0076
0.5952	0.5791	0.0161	0.0003	0.4989	0.3470	0.1519	0.0231
0.5919	0.5993	-0.0074	0.0001		Total		0.4040144800
	Total	0.0169999178			MSE		0.0252509050
	MSE	0.0009999952			Akurasi		88%

b) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-12-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 5-12-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 7. Pelatihan dan Pengujian Model 5-12-1.

Pelatihan				Pengujian			
Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE
0.4413	0.3758	0.0655	0.0043	0.2495	0.3743	-0.1248	0.0156
0.3977	0.4207	-0.0230	0.0005	0.6120	0.4388	0.1732	0.0300
0.2403	0.2313	0.0090	0.0001	0.3796	0.2649	0.1147	0.0132
0.2929	0.3384	-0.0455	0.0021	0.4264	0.2945	0.1319	0.0174
0.3320	0.3466	-0.0146	0.0002	0.6071	0.5151	0.0920	0.0085
0.3163	0.3599	-0.0436	0.0019	0.4753	0.4455	0.0298	0.0009
0.3947	0.3831	0.0116	0.0001	0.2738	0.3387	-0.0649	0.0042
0.3662	0.3629	0.0033	0.0000	0.6130	0.7929	-0.1799	0.0324
0.1634	0.1825	-0.0191	0.0004	0.3627	0.5699	-0.2072	0.0429
0.4325	0.4445	-0.0120	0.0001	0.6340	0.7680	-0.1340	0.0180
0.7123	0.7108	0.0015	0.0000	0.6522	0.4390	0.2132	0.0455
0.3247	0.2736	0.0511	0.0026	0.7107	0.6026	0.1081	0.0117
0.3824	0.4202	-0.0378	0.0014	0.7949	0.7121	0.0828	0.0069
0.4749	0.4227	0.0522	0.0027	0.9000	0.7517	0.1483	0.0220
0.4246	0.4326	-0.0080	0.0001	0.4809	0.4901	-0.0092	0.0001
0.5952	0.5766	0.0186	0.0003	0.4989	0.2470	0.2519	0.0635
0.5919	0.6010	-0.0091	0.0001		Total		0.3325470094
	Total	0.0169998793			MSE		0.0207841881
	MSE	0.0009999929			Akurasi		94%

c) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-14-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 5-14-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 8. Pelatihan dan Pengujian Model 5-14-1.

Pelatihan				Pengujian			
Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE
0.4413	0.4096	0.0317	0.0010	0.2495	0.2939	-0.0444	0.0020
0.3977	0.4578	-0.0601	0.0036	0.6120	0.4427	0.1693	0.0287
0.2403	0.2523	-0.0120	0.0001	0.3796	0.2656	0.1140	0.0130
0.2929	0.2941	-0.0012	0.0000	0.4264	0.3320	0.0944	0.0089
0.3320	0.3363	-0.0043	0.0000	0.6071	0.5153	0.0918	0.0084
0.3163	0.3608	-0.0445	0.0020	0.4753	0.4666	0.0087	0.0001
0.3947	0.4100	-0.0153	0.0002	0.2738	0.3084	-0.0346	0.0012
0.3662	0.3475	0.0187	0.0004	0.6130	0.7732	-0.1602	0.0257
0.1634	0.1438	0.0196	0.0004	0.3627	0.3963	-0.0336	0.0011
0.4325	0.4419	-0.0094	0.0001	0.6340	0.7629	-0.1289	0.0166
0.7123	0.7170	-0.0047	0.0000	0.6522	0.5070	0.1452	0.0211
0.3247	0.2919	0.0328	0.0011	0.7107	0.7146	-0.0039	0.0000
0.3824	0.4249	-0.0425	0.0018	0.7949	0.7846	0.0103	0.0001
0.4749	0.4018	0.0731	0.0053	0.9000	0.8261	0.0739	0.0055

0.4246	0.4203	0.0043	0.0000	0.4809	0.4135	0.0674	0.0045
0.5952	0.5651	0.0301	0.0009	0.4989	0.3872	0.1117	0.0125
0.5919	0.5898	0.0021	0.0000	Total	0.1493484628		
Total	0.0169999730			MSE	0.0093342789		
MSE	0.0009999984			Akurasi	100%		

0.3320	0.3237	0.0083	0.0001	0.6071	0.4216	0.1855	0.0344
0.3163	0.2837	0.0326	0.0011	0.4753	0.3855	0.0898	0.0081
0.3947	0.4090	-0.0143	0.0002	0.2738	0.2857	-0.0119	0.0001
0.3662	0.3819	-0.0157	0.0002	0.6130	0.7758	-0.1628	0.0265
0.1634	0.1816	-0.0182	0.0003	0.3627	0.6842	-0.3215	0.1033
0.4325	0.4500	-0.0175	0.0003	0.6340	0.7819	-0.1479	0.0219
0.7123	0.6925	0.0198	0.0004	0.6522	0.3789	0.2733	0.0747
0.3247	0.3891	-0.0644	0.0041	0.7107	0.6800	0.0307	0.0009
0.3824	0.3680	0.0144	0.0002	0.7949	0.7795	0.0154	0.0002
0.4749	0.4031	0.0718	0.0051	0.9000	0.8895	0.0105	0.0001
0.4246	0.3978	0.0268	0.0007	0.4809	0.6725	-0.1916	0.0367
0.5952	0.5947	0.0005	0.0000	0.4989	0.3173	0.1816	0.0330
0.5919	0.6318	-0.0399	0.0016	Total	0.4182721557		
Total	0.0169997157			MSE	0.0261420097		
MSE	0.0009999833			Akurasi	88%		

d) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-16-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 5-16-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 9. Pelatihan dan Pengujian Model 5-16-1.

Pelatihan				Pengujian			
Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE
0.4413	0.3742	0.0671	0.0045	0.2495	0.4853	-0.2358	0.0556
0.3977	0.3954	0.0023	0.0000	0.6120	0.3810	0.2310	0.0534
0.2403	0.2465	-0.0062	0.0000	0.3796	0.3823	-0.0027	0.0000
0.2929	0.3074	-0.0145	0.0002	0.4264	0.3365	0.0899	0.0081
0.3320	0.3052	0.0268	0.0007	0.6071	0.3812	0.2259	0.0510
0.3163	0.3417	-0.0254	0.0006	0.4753	0.4109	0.0644	0.0041
0.3947	0.4119	-0.0172	0.0003	0.2738	0.3035	-0.0297	0.0009
0.3662	0.3416	0.0246	0.0006	0.6130	0.5940	0.0190	0.0004
0.1634	0.2010	-0.0376	0.0014	0.3627	0.5511	-0.1884	0.0355
0.4325	0.5002	-0.0677	0.0046	0.6340	0.4918	0.1422	0.0202
0.7123	0.6933	0.0190	0.0004	0.6522	0.5459	0.1063	0.0113
0.3247	0.3301	-0.0054	0.0000	0.7107	0.5238	0.1869	0.0349
0.3824	0.3913	-0.0089	0.0001	0.7949	0.7044	0.0905	0.0082
0.4749	0.4189	0.0560	0.0031	0.9000	0.8464	0.0536	0.0029
0.4246	0.4147	0.0099	0.0001	0.4809	0.4682	0.0127	0.0002
0.5952	0.6060	-0.0108	0.0001	0.4989	0.3907	0.1082	0.0117
0.5919	0.6048	-0.0129	0.0002	Total	0.2983516848		
Total	0.0169998754			MSE	0.0186469803		
MSE	0.0009999927			Akurasi	81%		

e) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-18-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 5-18-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 10. Pelatihan dan Pengujian Model 5-18-1

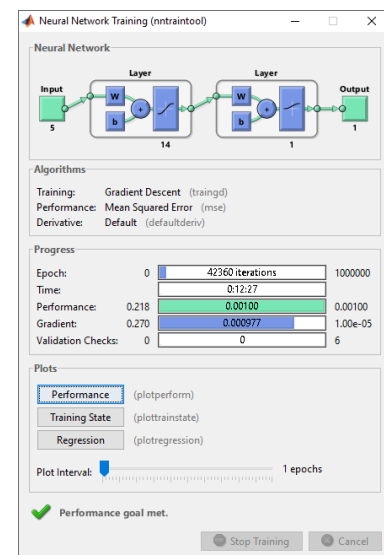
Pelatihan				Pengujian			
Target	Output	Error	SSE	Target	Output	Error	SSE
0.4413	0.4035	0.0378	0.0014	0.2495	0.4030	-0.1535	0.0236
0.3977	0.4101	-0.0124	0.0002	0.6120	0.3946	0.2174	0.0473
0.2403	0.2434	-0.0031	0.0000	0.3796	0.3047	0.0749	0.0056
0.2929	0.3241	-0.0312	0.0010	0.4264	0.3838	0.0426	0.0018

Dari hasil pelatihan dan pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil penilaian model arsitektur yang terbaik yang dapat dilihat dari berbagai aspek seperti akurasi, jumlah epochs dan eror minimum. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:

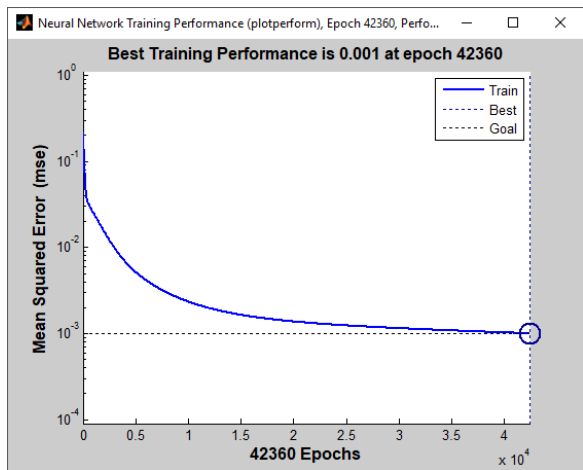
Tabel 11. Rekapitulasi Model.

Model	5-10-1	5-12-1	5-14-1	5-16-1	5-18-1
Epochs	95344	71720	42360	34955	24062
MSE	0.025251	0.020784	0.009334	0.018646	0.026142
Akurasi	88%	94%	100%	81%	88%

Didapatkan model arsitektur 5-14-1 adalah arsitektur yang terbaik dengan akurasi kebenaran 100% dan memiliki MSE terkecil sehingga model ini nantinya yang akan digunakan untuk memprediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil Berdasarkan Provinsi.



Gambar 5. Hasil Pelatihan Model 5-14-1.



Gambar 6. Performance Model 5-14-1

D. Prediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil Berdasarkan Provinsi

Setelah didapatkan model yang terbaik, makas selanjutnya adalah memprediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil berdasarkan provinsi dengan menggunakan model yang terbaik. Adapun rumus yang digunakan untuk memprediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil berdasarkan Provinsi adalah sebagai berikut :

$$x = ((x' - 0,1)(x.max - x.min)) + x.min.....(2)$$

Keterangan :

- x' = Data Normalisasi
- x.max = Data Maksimal Asli
- x.min = Data Minimal Asli

Untuk mengetahui prediksinya dapat dilihat pada sebagai berikut :

Tabel 12. Prediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil

No	Propinsi	Prediksi	Y Aktual	Error	Error ^2
1	Aceh	138.65	0.4935	-0.0838730	0.007034684
2	Sumatera Utara	124.84	0.3876	0.0702202	0.004930872
3	Sumatera Barat	102.18	0.2138	0.0385230	0.001484021
4	Riau	108.65	0.2635	0.0306492	0.000939371
5	Jambi	123.58	0.3779	-0.0416171	0.001731980
6	Sumatera Selatan	105.31	0.2378	0.1229929	0.015127253
7	Bengkulu	118.58	0.3396	0.0704153	0.004958313
8	Lampung	134.50	0.4616	-0.1141493	0.013030065
9	Kep. Bangka Belitung	93.90	0.1503	-0.0064924	0.000042152
10	Kep. Riau	136.13	0.4742	-0.0322921	0.001042777
11	DKI Jakarta	175.78	0.7782	-0.0612016	0.003745638
12	Jawa Barat	113.63	0.3016	-0.0097197	0.000094472
13	Jawa Tengah	139.68	0.5014	-0.0765119	0.005854065
14	DI Yogyakarta	155.62	0.6236	-0.2218043	0.049197133

15	Jawa Timur	152.42	0.5991	-0.1788123	0.031973824
16	Banten	184.75	0.8470	-0.2818858	0.079459628
17	Bali	160.87	0.6639	-0.0740974	0.005490424
18	Nusa Tenggara Barat	107.79	0.2568	0.0370616	0.001373563
19	Nusa Tenggara Timur	179.51	0.8068	-0.3641077	0.132574434
20	Kalimantan Barat	126.60	0.4011	-0.1355087	0.018362611
21	Kalimantan Tengah	124.54	0.3853	-0.0532934	0.002840184
22	Kalimantan Selatan	177.15	0.7887	-0.2733987	0.074746853
23	Kalimantan Timur	132.84	0.4489	0.0176991	0.000313258
24	Sulawesi Utara	119.77	0.3487	-0.0402895	0.001623241
25	Sulawesi Tengah	161.13	0.6659	0.1072984	0.011512955
26	Sulawesi Selatan	117.51	0.3314	0.0649448	0.004217822
27	Sulawesi Tenggara	177.56	0.7919	-0.0289728	0.000839421
28	Gorontalo	166.61	0.7079	-0.2009010	0.040361225
29	Sulawesi Barat	167.10	0.7117	0.0029252	0.000008557
30	Maluku	165.10	0.6963	0.0882604	0.007789898
31	Maluku Utara	178.56	0.7996	0.0265476	0.000704776
32	Papua Barat	133.97	0.4576	-0.0441062	0.001945360
33	Papua	138.01	0.4886	-0.1013501	0.010271849
Total					0.535622677
MSE					0.016230990
Akurasi Kebenaran					91%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- a) Setelah melakukan penelitian dengan bantuan *Software* Matlab, maka didapatkan arsitektur terbaik dari arsitektur 5-10-1, 5-12-1, 5-14-1, 5-16-1 dan 5-18-1 adalah arsitektur 5-14-1 yang dapat dilihat dari akurasi kebenaran dan jumlah MSE.
- b) Dengan arsitektur 5-14-1 maka dapat diprediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil berdasarkan Provinsi dengan performa 100%.
- c) Setelah melakukan prediksi maka didapat hasil prediksi Pertumbuhan Industri Mikro dan Kecil berdasarkan Provinsi dengan akurasi kebenaran 91%.

REFERENSI

[1] Solikhun, Windarto, A.P., Handrizal & Fauzan, M. (2017). Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Suku Negara Ritel Berdasarkan Kelompok Profesi Dengan Backpropagation Dalam Mendorong Laju Pertumbuhan Ekonomi. *Seminar Ilmiah Nasional Membangun Paradigma Kehidupan Melalui Multidisiplin Ilmu*, pp. 14–31.

[2] Solikhun & Safii, M. 2017. Jaringan Saraf Tiruan Untuk

- Memprediksi. *J. Sains Komput. Inform.*, Vol. 1, No. 1, pp. 24–36.
- [3] Windarto, A.P. (2017). Implementasi Jst Dalam Menentukan Kelayakan Nasabah Pinjaman Kur Pada Bank Mandiri Mikro Serbelawan Dengan Metode Backpropogation. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, Vol. 1, No. 1, pp. 12–23.
- [4] Febrina, M., Arina, F. & Ekawati, R. (2013). Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) Backpropagation. *J. Tek. Ind.*, Vol. 1, No. 2, pp. 174–179.
- [5] Lesnussa, Y.A., Latuconsina, S. & Persulesy, E.R. (2015). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi Kasus : Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon). *J. Mat. Integr.*, Vol. 11, No. 2, pp. 149–160.
- [6] Sudarsono, A. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode. *Media Infotama*, Vol. 12, No. 1, pp. 61–69.
- [7] Kusmaryanto, S. (2014). Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Wajah Metode Ekstraksi Fitur Berbasis Histogram. *J. EECCIS*, Vol. 8, No. 2, Desember 2014, pp. 193–198.
- [8] Nurmila, N., Sugiharto, A. & Sarwoko, E.A. (2005). Algoritma Back Propagation Neural Network untuk Pengenalan Karakter Huruf Jawa. *J. Masy. Inform.*, Vol. 1, No. 1, pp. 1–10.
- [9] Agustin, M. (2012). Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru pada Jurusan Teknik Komputer di Politeknik Sriwijaya. *Univ. Diponegoro*, Vol. 02, pp. 4–32.