

Analisis Jaringan Saraf Tiruan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Ekspor Menurut Kelompok Barang Ekonomi Di Provinsi Sumatera Utara

Sri Muliani Damanik^{1*}, Solikhun², Muhammad Ridwan Lubis³, Widodo Saputra⁴, Iin Parlina⁵

AMIK Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ^{1*}srimulianidamanik27@gmail.com, ²solikhun@amiktunasbangsa.ac.id, ³muhammadridwan@.ac.id,

⁴widodosaputra@gmail.ac.id, ⁵iinparlina@amiktunasbangsa.ac

Abstrak– Dalam pengertiannya, ekspor merupakan suatu proses perdagangan barang atau komoditas dari dalam negeri ke luar negeri. Ekspor adalah salah satu proses bisnis yang penting karena menghasilkan banyak keuntungan dan peluang bisnis bagi negara asal komoditas tersebut. Negara atau orang yang melakukan ekspor disebut dengan eksportir. Proses ekspor bukan hal yang baru di dalam dunia bisnis. Ada banyak perusahaan yang sudah melakukan ekspor produk ke luar negeri. Proses ekspor ini telah dilakukan sejak lama, tidak hanya oleh perusahaan kecil, tetapi juga perusahaan besar. Barang-barang atau komoditas yang diekspor bisa jadi produk jadi atau pula bahan mentah untuk diolah. Semua barang atau komoditas yang diekspor wajib melewati jalur yang legal dan telah diatur prosesnya oleh pemerintah. Setiap eksportir juga wajib menaati peraturan ekspor agar tidak melanggar kebijakan yang berlaku. Penelitian ini memberikan kontribusi kepada pemerintah untuk dapat memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi Sumatera Utara. Data yang digunakan adalah data dari Badan Pusat Statistik melalui situs web www.bps.go.id. Data tersebut adalah data tentang ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi Sumatera Utara dari 2013 hingga 2018. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode Backpropagation. Variabel input yang digunakan adalah data 2013 (X1), data 2014 (X2), data 2015 (X3), data 2016 (X4), data 2017 (X5) dengan 5 pelatihan arsitektur dan model pengujian, 5-2-1, 5-4-1, 5-8-1, 5-16-1, dan 5-32-1. Data target diambil dari data 2018 (T). Output yang dihasilkan adalah pola terbaik dari arsitektur JST. Model arsitektur terbaik adalah 5-2-1 dengan zaman 614, MSE 0.00885524, dan tingkat akurasi 83.

Kata Kunci: Backpropagation, JST, Ekspor, Komoditas, Prediksi

Abstract– In that sense, export is a process of trading goods or commodities from within the country to abroad. Export is an important business process because it generates many profits and business opportunities for the country of origin of these commodities. The country or person who exports is known as the export process is not a new thing in world business. There are many companies that have exported their products overseas. This export process has been carried out for a long time, not only by small companies, but also large companies. The exported goods or commodities can be finished products or raw materials for processing. All goods or commodities that are exported must pass through legal channels and are regulated by the government. Each tax is subject to export policies so as not to violate the applicable policies. This study contributes to the government in predicting exports according to groups of economic goods in the province of North Sumatra. The data used is data from the Central Bureau of Statistics through the website www.bps.go.id. This data is data on exports according to groups of economic goods in the province of North Sumatra from 2013 to 2018. The algorithm used in this study is Artificial Neural Networks with the Backpropagation method. Input variables used are 2013 data (X1), 2014 data (X2), 2015 data (X3), 2016 data (X4), 2017 data (X5). With 5 architectural training and model tests, 5-2-1, 5-4-1, 5-8-1, 5-16-1, and 5-32-1. The target data is taken from the 2018 data (T). The resulting output is the best pattern of ANN architecture. The best architectural models are 5-2-1 with the age of 614, MSE 0.00885524, and an accuracy level of 83.

Keywords: Backpropagation, ANN, Exports, Commodities, Prediction

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Ekonomi suatu Negara ditandai dengan peningkatan pengiriman barang baik itu yang berasal dari dalam negeri keluar negeri ataupun sebaliknya. Hal ini merupakan salah satu pendorong utama dalam pertumbuhan ekonomi Negara tersebut. Salah satu pendongkrak perekonomian Negara adalah peningkatan nilai ekspor. Ekspor adalah menjual barang dari dalam negeri keluar peredaran Republik Indonesia dan barang yang dijual tersebut harus dilaporkan kepada Direktorat Jendral Bea dan Cukai Departemen Keuangan, sedangkan impor adalah membeli barang dari luar negeri ke dalam peredaran Republik Indonesia dan barang yang dibeli tersebut harus dilaporkan kepada Direktorat Jendral Bea dan Cukai Departemen Keuangan[1].

Perdagangan merupakan salah satu alternatif untuk mencapai suatu perkembangan di bidang ekonomi oleh suatu negara terutama apabila mencapai skala internasional yaitu perdagangan internasional. Dalam perdagangan internasional peningkatan nilai ekspor menjadi suatu pendapatan suatu Negara. Hingga kini banyak negara-negara di dunia yang saling berlomba-lomba untuk meningkatkan kualitas produk dalam negeri dan serta mengembangkannya ke skala Internasional, tujuannya agar minat Negara lain pada produk yang mereka buat dapat meningkat hingga berjalan lurus dengan peningkatan nilai ekspornya. Sama halnya di Indonesia khususnya di Sumatera Utara. Data peningkatan ekspor menurut kelompok barang ekonomi pada periode 2013 hingga 2017 dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tahun	Berat Bersih				Nilai FOB			
	Barang Modal	Bahan Baku/ Penolong	Barang Konsumsi	Jumlah	Barang Modal	Bahan Baku/ Penolong	Barang Konsumsi	Jumlah
2013	43 186	7 147 823	2 084 881	9 275 890	125 466	6 895 103	2 577 439	9 598 008
2014	40 832	6 981 129	2 065 565	9 087 526	126 522	6 374 978	2 859 614	9 361 110
2015	35 689	6 945 218	2 027 613	9 008 520	102 934	5 125 959	2 523 895	7 752 786
2016	50 512	6 390 718	1 946 127	8 387 357	206 445	5 123 225	2 441 072	7 770 742
2017	12 065	7 972 439	997 268	8 981 772	35 928	7 364 944	1 824 414	9 225 286
Januari	56	576 457	73 760	650 273	1 191	576 978	127 713	705 882
Februari	125	611 923	75 791	687 838	1 139	630 981	131 895	764 015
Maret	233	603 913	87 881	692 027	2 545	667 841	160 337	830 722
April	9 375	634 916	70 425	714 715	4 349	632 689	138 876	775 914
Mei	118	683 548	88 078	771 745	1 213	606 762	162 908	770 883
Juni	117	547 825	67 302	615 243	1 287	502 279	128 551	632 118
Juli	228	707 679	86 272	794 179	2 807	609 232	156 156	768 194
Agustus	216	871 140	101 429	972 784	2 073	722 420	171 318	895 811
September	662	693 626	84 632	778 919	4 643	628 511	147 776	780 929
Oktober	520	698 549	84 011	783 080	8 972	616 207	164 981	790 160
November	306	669 339	93 182	762 827	4 114	610 702	172 050	786 865
Desember	110	673 525	84 505	758 140	1 595	560 344	161 854	723 793

Gambar 1. Peningkatan Ekspor Menurut Kelompok Barang Ekonomi dalam Periode 2013/2017

(Sumber : www.bps.go.id [2])

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa kegiatan ekspor setiap tahunnya mengalami peningkatan dan penurunan atau bersifat fluktuatif, kemampuan suatu provinsi dalam ekspor cenderung masih rendah hal tersebut dapat dilihat dari jumlah persentasi pada tahun 2015 dan 2016 yang merupakan jumlah paling terendah diantara tahun sebelumnya.

Melihat permasalahan yang cukup kompleks tersebut, tentunya dibutuhkan suatu metode yang dapat lebih efektif dalam memperkirakan ekspor menurut kelompok barang ekonomi di Sumatera Utara. Tujuannya agar pemerintah dapat mengambil langkah antisipasi menurunnya kemampuan ekspor suatu provinsi. Adapun metode yang akan digunakan dalam memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi di Sumatera Utara penelitian menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) . Dan agar penelitian ini lebih terarah maka penulis membuat batasan masalah pada ekspor menurut kelompok barang ekonomi di Sumatera Utara. Peneliti dalam penerapannya menggunakan sebuah teknik peramalan yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi yaitu backpropagation. Dengan menggunakan teknik ini dimaksudkan untuk membuat sebuah sistem yang dapat memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi di Sumatera Utara dan dapat membantu pemerintah dalam memprediksikan ekspor menurut kelompok barang ekonomi di Sumatera Utara.

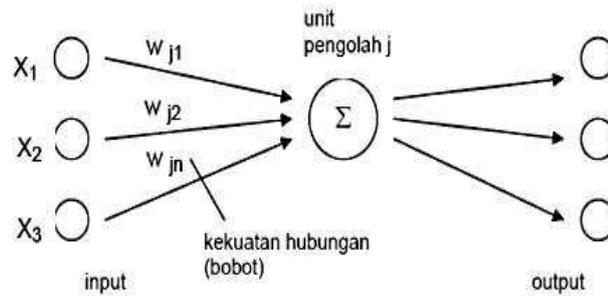
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi berdasarkan provinsi di Sumatera Utara yang disajikan dengan backpropagation. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Bagaimana Model Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi berdasarkan provinsi di Sumatera Utara.

Adapun hasil penelitian ini diharapkan akan bermanfaat untuk:

1. Menambah Pengetahuan penulis
2. Menambah informasi bagaimana hubungan dan pengaruh ekspor menurut kelompok barang ekonomi di Sumatera Utara baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang
3. Bermanfaat bagi pengambil kebijakan dalam membuat kebijakan yang berkaitan dengan ekspor menurut kelompok barang ekonomi dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

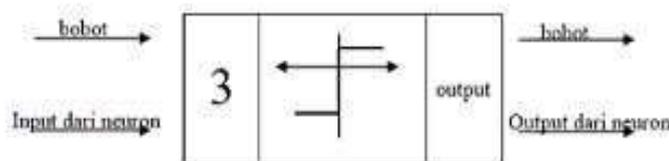
Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan syaraf biologi (JSB). Cara kerja dari JST ini seperti dengan sistem kerja jaringan makhluk hidup yang memiliki neuron-neuron jaringan syaraf. Model struktur neuron jaringan syaraf tiruan dijelaskan secara ringkas pada Gambar 2 dan Gambar 3 [3].



Gambar 2. Model Struktur Jaringan Saraf Tiruan

2.1 Komponen Jaringan Saraf

Ada beberapa tipe jaringan syaraf, namun demikian, hampir semuanya memiliki komponen-komponen yang sama. Seperti halnya otak manusia, jaringan syaraf juga terdiri dari beberapa neuron, dan ada hubungan antara neuron-neuron tersebut. Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan menuju ke neuron-neuron yang lain. Pada jaringan syaraf, hubungan ini disebut dengan nama bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut [3].



Gambar 3. Struktur neuron Jaringan Saraf Tiruan

2.2 Jaringan Syaraf Tiruan Model Perceptron

Model jaringan perceptron ditemukan oleh Rosenbalt (1962) dan Minsky-Papert (1969). Model tersebut merupakan model yang memiliki aplikasi dan pelatihan yang paling baik pada era tersebut. Metode Perceptron merupakan salah satu dari metode Jaringan Syaraf Tiruan yang dapat digunakan untuk membuat sebuah sistem pengenalan dengan tingkat keberhasilan yang cukup baik [4].

2.3 Algoritma Backpropagation

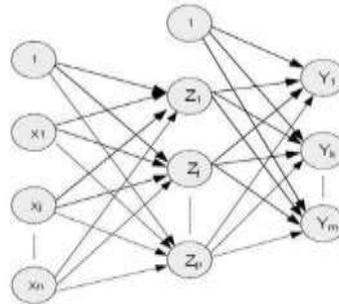
Perambat galat mundur (Backpropagation) adalah sebuah metode sistematis untuk pelatihan multilayer Jaringan Syaraf Tiruan. Jaringan Backpropagation merupakan salah satu algoritma yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang rumit. Algoritma ini memiliki dasar matematis yang kuat dan dilatih dengan menggunakan metode belajar terbimbing. Pada jaringan diberikan sepasang pola yang terdiri atas pola masukan dan pola yang diinginkan. Ketika suatu pola diberikan kepada jaringan, bobot-bobot diubah untuk memperkecil perbedaan pola keluaran dan pola yang diinginkan. Latihan ini dilakukan berulang-ulang sehingga semua pola yang dikeluarkan jaringan dapat memenuhi pola yang diinginkan. Jaringan backpropagation terdiri atas tiga lapisan atau lebih unit pengolah, yaitu lapisan masukan (input) terdiri atas variabel masukan unit sel saraf, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran (output) [5].

2.4 Model Jaringan Backpropagation

Model jaringan backpropagation merupakan suatu teknik pembelajaran atau pelatihan supervised learning yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Tahap pelatihan ini merupakan langkah untuk melatih suatu jaringan syaraf tiruan, yaitu dengan cara melakukan perubahan bobot, sedangkan penyelesaian masalah akan dilakukan jika proses pelatihan tersebut telah selesai, fase ini disebut fase pengujian [6].

2.5 Arsitektur Jaringan Backpropagation

Setiap unit dari layer input pada jaringan backpropagation selalu terhubung dengan setiap unit yang berada pada layer tersembunyi, demikian juga setiap unit layer tersembunyi selalu terhubung dengan unit pada layer output. Jaringan backpropagation terdiri dari banyak lapisan (multilayer network) yaitu : Lapisan input (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga n unit input. Lapisan tersembunyi (minimal 1 buah), yang terdiri dari 1 hingga p unit tersembunyi. Lapisan output (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga m unit output.



Gambar 4. Arsitektur jaringan backpropagation [7]

2.6 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 [8].

2.7 Karakteristik Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan memiliki beberapa karakteristik yang unik, diantaranya adalah:

1. Kemampuan untuk belajar.
2. Kemampuan untuk mengeneralisasi.
3. Kemampuan untuk memecahkan permasalahan yang tidak bisa atau kurang baik bila dimodelkan sebagai sistem linier, yang menjadi persyaratan pada beberapa metode peramalan lainnya, seperti model data deret waktu (time series model) [9].

2.8 Model 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 [10].

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 [11].

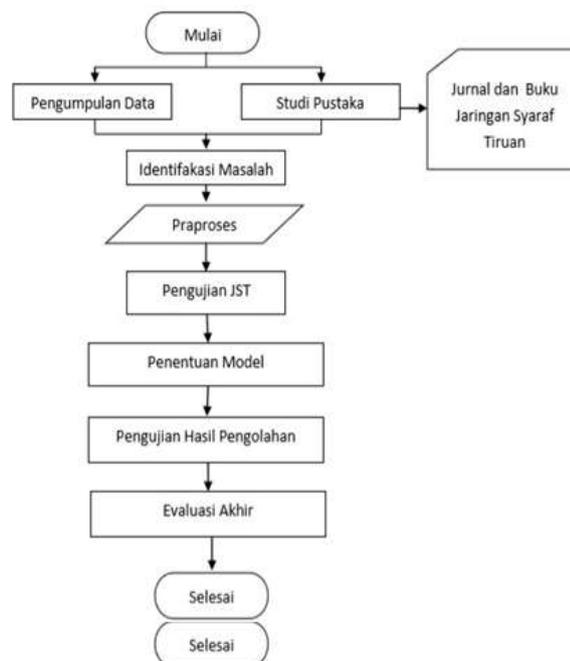
Secara rinci algoritma pelatihan jaringan Backpropagation dapat diuraikan sebagai berikut [12]:

1. 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).
2. Langkah 1: Selama kondisi berhenti belum dicapai, maka lakukan langkah ke-2 hingga langkah ke-9.
3. Langkah 2: Untuk setiap pasangan pola pelatihan, lakukan langkah ke-3 sampai langkah ke-8.
4. Langkah 3: {Tahap I: Umpan maju (feedforward)}. Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.
5. 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.
6. Langkah 5: Masing-masing unit output ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan serta ditambahkan dengan biasnya.
7. Langkah 6: {Tahap II: Umpan mundur (backward propagation)}. Masing-masing unit output ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) 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 di bawahnya dan digunakan untuk menghitung besarnya koreksi bobot dan bias (ΔW_{jk} dan ΔW_{0k}) antara lapisan tersembunyi dengan lapisan output.
8. Langkah 7: Pada setiap unit dilapisan tersembunyi (dari unit ke-1 hingga ke-p; $i=1\dots n; k=1\dots m$) dilakukan perhitungan informasi kesalahan lapisan tersembunyi (δ_j). δ_j kemudian digunakan untuk menghitung besar koreksi bobot dan bias (ΔV_{ji} dan ΔV_{j0}) antara lapisan input dan lapisan tersembunyi.
9. Langkah 8: {Tahap III: Update bobot dan bias}. Masing-masing unit output/keluaran ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) dilakukan update bias dan bobotnya ($j=0,1,2,\dots,p$) sehingga menghasilkan bobot dan bias baru. Demikian juga untuk setiap unit tersembunyi mulai dari unit ke-1 sampai dengan unit ke-p dilakukan update bobot dan bias.
10. Langkah 9: Uji kondisi berhenti (akhir iterasi).

2.9 Langkah-Langkah Penelitian 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 seperti terlihat pada kerangka kerja Gambar 2.

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Pra proses Tahap pra proses merupakan tahap seleksi data yang bertujuan untuk mendapatkan data yang bersih dan siap untuk digunakan dalam penelitian.
5. Pengujian Jaringan Saraf Tiruan Setelah mendapatkan data yang cukup maka proses pengujian dan pelatihan data diolah dengan menggunakan algoritma Backpropagation.
6. 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.
7. 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.
8. 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.



Gambar 5. Langkah-Langkah Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

1. Pendefinisian Input dan Target
Data ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi Sumatera Utara akan diolah oleh Jaringan Saraf Tiruan dengan metode backpropagation. Agar data dapat dikenali oleh Jaringan Saraf Tiruan, maka data harus direpresentasikan ke dalam bentuk numerik antara 0 sampai dengan 1, baik variabel maupun isinya yang merupakan masukan data ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi Sumatera Utara sebagai pengenalan pola dan keluaran yang merupakan prediksi yang diperoleh dari model arsitektur terbaik pada

saat penentuan pola terbaik. Hal ini dikarenakan jaringan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner (logsig) dengan range dari 0 sampai 1. Nilai-nilai yang digunakan diperoleh berdasarkan kategori dari masing-masing variabel selain juga untuk memudahkan mengingat dalam pendefinisian.

2. Pendefinisian Input

Variabel ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara adalah kriteria yang menjadi acuan dalam pengambilan keputusan pada penilaian dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Variabel ditentukan dengan cara melihat ketergantungan data terhadap penelitian yang dilakukan. Kriteria yang digunakan berdasarkan Data Badan Pusat Statistik Nasional dari website URL: www.bps.go.id. Adapun daftar variabel dalam memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara

No	Variabel	Nama Kriteria
1	X1	Tahun 2013
2	X2	Tahun 2014
3	X3	Tahun 2015
4	X4	Tahun 2016
5	X5	Tahun 2017

Sumber : Badan Pusat Statistik Nasional

Data input diperoleh dari website Badan Pusat Statistik Nasional tentang ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara. Data sampel yang digunakan adalah ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara Tahun 2013 sampai Tahun 2018 yang terdiri dari 6 data lengkap dan 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:

$$x' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \tag{1}$$

3. Pendefinisian Target

Adapun data target adalah ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara Tahun 2018.

4. Pendefinisian Output

Hasil yang diharapkan pada tahap pendefinisian ini adalah untuk mencari pola menentukan nilai terbaik untuk memprediksi produksi cabai. Hasil pengujian berfungsi sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui prediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara. Output dari prediksi ini adalah pola arsitektur terbaik untuk memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi dengan melihat error minimum.
- b. Kategorisasi output pelatihan (train) dan pengujian (test) Kategori untuk output ditentukan oleh tingkat error minimum dari target. Batasan kategori tersebut terdapat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Data Kategorisasi

No	Keterangan	Error Minimum
1	Benar	0,001-0,05
2	Salah	>0,05

3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan Matlab R2011A aplikasi perangkat lunak. Sampel data adalah ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara . Data ini akan digunakan pada data pelatihan dan data pengujian. Sampel data yang telah diproses dan ditranformasikan disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 3. Data Mentah

No	Tahun	Variabel	Target					
			2013	2014	2015	2016	2017	
1	Barang Modal		43186	40832	35689	50512	12065	2691
	Berat Bahan Bersih	Baku/	7147823	6981129	6945218	6390718	7972439	
2	Penolong						7972440	
3	Barang		2084881	2065565	2027613	1946127	997268	997268

4	Nilai FOB	Konsumsi Barang Modal	125466	126522	102934	206445	35928	35928
5		Bahan Baku/ Penolong	6895103	6374978	5125959	5123225	7364944	7364946
6		Barang Konsumsi	2577439	2859614	2523895	2441072	1824414	1824415

Tabel 4. Sampel Dari Data yang Telah Ditransformasikan

No	Nama Data	X1	X2	X3	X4	X5	Target
1	data 1	0.10406	0.10383	0.10331	0.10480	0.10094	0.10000
2	data 2	0.81723	0.80049	0.79689	0.74123	0.90000	0.90000
3	data 3	0.30901	0.30707	0.30326	0.29508	0.19984	0.19984
4	data 4	0.11232	0.11243	0.11006	0.12045	0.10334	0.10334
5	data 5	0.79186	0.73965	0.61427	0.61400	0.83902	0.83902
6	data 6	0.35845	0.38678	0.35308	0.34476	0.28286	0.28286

3.3 Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan yang digunakan untuk dalam memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi Sumatera Utara dengan backpropagation dengan langkah pembelajaran feedforward. 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 4 variabel masukan, 1 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan keluaran. Adapun model arsitektur yang digunakan untuk mendapatkan arsitektur terbaik adalah 5-2-1, 5-4-1, 5-8-1, 5-16-1, dan 5-32-1.

Jaringan syaraf yang akan dibangun adalah algoritma propagasi balik (backpropagation) dengan fungsi aktivasi Sigmoid. Fungsi aktivasi dalam Jaringan Saraf Tiruan dipakai untuk proses perhitungan terhadap nilai aktual output pada hidden layer dan menghitung nilai aktual output pada output layer. Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam pengguna algoritma propagasi balik dengan fungsi aktivasi sigmoid. Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. 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.
2. Aktivasi (activation), merupakan proses perhitungan terhadap nilai aktual output pada hidden layer dan menghitung nilai actual output pada output layer.
3. Weight Training, merupakan proses perhitungan nilai error gradient pada output layer dan menghitung nilai error gradient pada hidden layer
4. 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 hidden layer
Hidden Layer	2,3,4,5
Input Data	4
Output Data	1
Training Function	Traingd
Activation Function	Sigmoid
Goal	0,001
Maximum Epoch	1000000
Learning Rate	0,01

1. Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-2-1

Data ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi Sumatera Utara terdiri dari 6 data. Berikut adalah hasil pelatihan data dan pengujian dengan pola pengujian 5-2-1. Data hasil pengujian dan pelatihan dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Pelatihan dan Pengujian Model 5-2-1

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)				
No	Target	Output	Error	SSE	No	Target	Output	Error	SSE
1	0.10000	0.20457	-0.10363	0.010739	1	0.10000	0.20515	-0.10515	0.01106
2	0.90000	0.76571	0.13429	0.018033	2	0.90000	0.77076	0.12924	0.01670
3	0.19984	0.21378	-0.01394	0.000194	3	0.19984	0.20273	-0.00289	0.00001
4	0.10334	0.19939	-0.09605	0.009226	4	0.10334	0.20163	-0.09829	0.00966
5	0.83902	0.70017	0.13885	0.019279	5	0.83902	0.72603	0.11299	0.01277
6	0.28286	0.23377	0.04909	0.002410	6	0.28286	0.22868	0.05418	0.00294
Total		0.05988			Total		0.05313		
MSE		0.00998045			MSE		0.00885524		
Akurasi Kebenaran(%)				83%					

2. Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-4-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 5-4-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 7. Pelatihan dan Pengujian Model 5-4-1

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)				
No	Target	Output	Error	SSE	No	Target	Output	Error	SSE
1	0.10000	0.12007	-0.01913	0.000366	1	0.10000	0.12416	-0.02416	0.00058
2	0.90000	0.69566	0.20434	0.041753	2	0.90000	0.70426	0.19574	0.03832
3	0.19984	0.26209	-0.06225	0.003875	3	0.19984	0.12446	0.07538	0.00568
4	0.10334	0.08853	0.01481	0.000219	4	0.10334	0.10259	0.00075	0.00000
5	0.83902	0.73151	0.10751	0.011557	5	0.83902	0.71008	0.12894	0.01663
6	0.28286	0.32786	-0.04500	0.002025	6	0.28286	0.24457	0.03829	0.00147
Total		0.05980			Total		0.06267		
MSE		0.00996604			MSE		0.01044553		
Akurasi Kebenaran(%)				83%					

3. Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-8-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 5-8-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

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

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)				
No	Target	Output	Error	SSE	No	Target	Output	Error	SSE
1	0.10000	0.12731	-0.02637	0.000695	1	0.10000	0.12938	-0.02938	0.00086
2	0.90000	0.75021	0.14979	0.022436	2	0.90000	0.76560	0.13440	0.01806
3	0.19984	0.12428	0.07556	0.005710	3	0.19984	0.03744	0.16240	0.02638
4	0.10334	0.11014	-0.00680	0.000046	4	0.10334	0.11747	-0.01413	0.00020
5	0.83902	0.77449	0.06453	0.004164	5	0.83902	0.76884	0.07018	0.00492
6	0.28286	0.44697	-0.16411	0.026931	6	0.28286	0.44758	-0.16472	0.02713
Total		0.05998			Total		0.07756		
MSE		0.00999711			MSE		0.01292642		
Akurasi Kebenaran(%)				83%					

4. 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 (Train)					Pengujian (Test)				
No	Target	Output	Error	SSE	No	Target	Output	Error	SSE
1	0.10000	0.10723	-0.00629	0.000040	1	0.10000	0.11507	-0.01507	0.00023
2	0.90000	0.70405	0.19595	0.038396	2	0.90000	0.71619	0.18381	0.03379
3	0.19984	0.23958	-0.03974	0.001579	3	0.19984	0.09900	0.10084	0.01017
4	0.10334	0.04027	0.06307	0.003978	4	0.10334	0.07027	0.03307	0.00109
5	0.83902	0.86658	-0.02756	0.000759	5	0.83902	0.74836	0.09066	0.00822
6	0.28286	0.40629	-0.12343	0.015235	6	0.28286	0.40667	-0.12381	0.01533
Total		0.05999			Total		0.06882		
MSE		0.00999791			MSE		0.01147083		
Akurasi Kebenaran(%)				83%					

5. Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-32-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 5-32-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 9. Pelatihan dan Pengujian Model 5-32-1

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)				
No	Target	Output	Error	SSE	No	Target	Output	Error	SSE
1	0.10000	0.19119	-0.09025	0.008145	1	0.10000	0.19321	-0.09321	0.00869
2	0.90000	0.79997	0.10003	0.010006	2	0.90000	0.65353	0.24647	0.06075
3	0.19984	0.02735	0.17249	0.029753	3	0.19984	-0.32020	0.52004	0.27044
4	0.10334	0.17490	-0.07156	0.005121	4	0.10334	0.18246	-0.07912	0.00626
5	0.83902	0.91260	-0.07358	0.005414	5	0.83902	0.56464	0.27438	0.07528
6	0.28286	0.30235	-0.01949	0.000380	6	0.28286	0.31176	-0.02890	0.00084
Total		0.05882			Total		0.42225		
MSE		0.00980323			MSE		0.07037529		
Akurasi Kebenaran(%)				50%					

6. Pemilihan Arsitektur Terbaik Jaringan Saraf Tiruan

Hasil yang diperoleh dari *software* aplikasi *Matlab* r2011A yang digunakan untuk model arsitektur 5-2-1, arsitektur 5-4-1, arsitektur 5-8-1, arsitektur 5-16-1, dan arsitektur 5-32-1 adalah memperoleh pola arsitektur terbaik. Dari pola ini nanti akan digunakan untuk memprediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara. Penilaian model arsitektur terbaik dilihat dari beberapa aspek seperti *epoch*, *error minimum* dan akurasi kebenaran . Untuk lebih jelas dapat dilihat pada berikut :

Tabel 10. Rekapitulasi Model.

Model	5-2-1	5-4-2	5-8-1	5-16-1	5-32-1
Epochs	614	239	1977	2498	156
MSE	0.00885524	0.01044553	0.01292642	0.01147083	0.07037529
Akurasi	83%	83%	83%	83%	50%

Dari tabel 10 dapat dilihat bahwa model arsitektur terbaik yang akan digunakan untuk melakukan prediksi dari serangkaian uji coba model adalah 5-2-1 dengan epoch 614 , MSE 0.00885524 dan tingkat akurasi 83%.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan percobaan dalam proses pelatihan dan pengujian sistem yang dilakukan dengan menggunakan *software* aplikasi *Matlab* r2011A. Model Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan adalah 5-2-1, model 5-4-1, model 5-8-1, 5-16-1, dan model 5-32-1, dapat diperoleh hasil yang baik dengan melihat MSE Pengujian yang terkecil adalah

5-2-1. Dengan model arsitektur 5-2-1, dapat digunakan menjadi acuan melakukan prediksi ekspor menurut kelompok barang ekonomi di provinsi sumatera utara dengan menunjukkan performa 83%.

REFERENCES

- [1] Hamdani, & Haikal, M. (2018). *Seluk Beluk Perdagangan Impor (Jilid II)*. Jakarta: Bushindo.
- [2] Tim Badan Pusat Statistik. 2017. *Produksi Padi Menurut Provinsi 2000-2016*. Online : www.bps.go.id
- [3] Revi, A. 2017. *Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Pendapatan Perkapita Masyarakat Perkotaan Pada Garis Kemiskinan Berdasarkan Propinsi. PKMP, 2017.*
- [4] Fitri, Diana L. 2012. *Analisa Dan Perancangan Untuk Penerapan Metode Artificial Neural Network (ANN) Perceptron Dalam Menentukan Penyakit Pada Daun Tembakau Dan Daun Cengkeh*. jurnal STMIK HIMSYA 8(2)
- [5] Anwar, B. 2011. *Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dalam Memprediksi Tingkat Suku Bunga Bank*. Jurnal SAINTIKOM, Vol. 10 / No. 2.
- [6] Puspitaningrum, diyah., 2006, *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*, edisi pertama, Andi, Yogyakarta.
- [7] Jong Jek Siang, (2009). "Jaringan Syaraf Tiruan". ANDI Yogyakarta.
- [8] Sudarsono, A. (2016). *Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus Kota Bengkulu)*. Media Infotama, Vol. 12, No. 1, pp. 61–69
- [9] Windarto, A.P. (2017). *Implementasi JST Dalam Menentukan Kelayakan Nasabah Pinjaman KUR Pada Bank Mandiri Mikro Serbelawan Dengan Metode Backpropagation*. Jurnal Sains Komputer & Informatika, Vol. 1, No. 1, pp. 12–23.
- [10] Kusmaryanto, S. (2014). *Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Wajah Metode Ekstraksi Fitur Berbasis Histogram*. Jurnal EECCIS, Vol. 8, No. 2, Desember 2014, pp. 193–198.
- [11] Nurmila, N., Sugiharto, A. & Sarwoko, E.A. (2005). *Algoritma Back Propagation Neural Network untuk Pengenalan Karakter Huruf Jawa*. Jurnal Masyarakat Informatika, ISSN 2086-4930, Vol. 1, No. 1, pp. 1–10.
- [12] Agustin, M. & Prahasto, T. (2012). *Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru pada Jurusan Teknik Komputer di Politeknik Sriwijaya*. Jurnal Sistem Informasi Bisnis, Vol. 2, pp. 4–32.