

**PENERAPAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK
MEMPREDIKSI REALISASI PAJAK BEA BALIK NAMA KENDARAAN
BERMOTOR PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

**Oleh
PUTRI SALSABILA RAMADHANI
1857031003**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**PENERAPAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK
MEMPREDIKSI REALISASI PAJAK BEA BALIK NAMA KENDARAAN
BERMOTOR PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

Putri Salsabila Ramadhani

(Skripsi)

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHOD TO PREDICT THE REALIZATION OF VEHICLES REGISTRATION TAX

By

Putri Salsabila Ramadhani

Vehicles Registration Tax (BBNKB) is the enormous regional income among other region taxes. BBNKB tax significantly contributes to financing regional government and development because the BBNKB tax encourages regional economic growth and is one of the primary sources of country revenue. Therefore, analysis and prediction of BBNKB Tax in Lampung Province need to be done to see the movement of increase or decrease that occurs in the future, and the government can make innovations regarding the tax payment system in terms of setting tax revenue targets. This study uses an artificial neural network method with a composition of 80% trained data and 20% test data, and the best structure is obtained in the form of an input layer with 24 nodes, 2 hidden layers with 24 nodes and 7 nodes, ReLU activation function, and an output layer. Based on the study, it has RMSE value 0.246%, MAPE value is 3.48%, and accuracy value is 96.51%.

Keywords: Vehicles Registration Tax, Data Mining, Machine Learning, Artificial Neural Network, Prediction.

ABSTRAK

PENERAPAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK MEMPREDIKSI REALISASI PAJAK BEA BALIK NAMA KENDARAAN BERMOTOR PROVINSI LAMPUNG

Oleh

Putri Salsabila Ramadhani

Pajak daerah merupakan sumber pendapatan daerah terbesar dari sekian jenis pajak yang ada yaitu Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB). Pajak BBNKB memiliki kontribusi sangat penting dalam membiayai pemerintahan dan pembangunan daerah, karena pajak BBNKB mendorong laju pertumbuhan ekonomi daerah dan sebagai salah satu sumber utama penerimaan negara. Oleh karena itu, analisis dan prediksi Pajak BBNKB di Provinsi Lampung perlu dilakukan untuk memantau pergerakan kenaikan atau penurunan yang terjadi dimasa yang akan datang, serta pemerintah dapat membuat inovasi mengenai sistem pembayaran pajak dan juga penetapan target penerimaan pajak. Penelitian ini menggunakan metode *artificial neural network* dengan komposisi sebesar 80% sebagai data *training* dan 20% sebagai data *testing*, diperoleh struktur terbaik berupa *input layer* dengan 24 *nodes*, 2 *hidden layer* dengan 24 *nodes* dan 7 *nodes*, fungsi aktivasi ReLU, dan *output layer*. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai RMSE sebesar 0.246%, nilai MAPE sebesar 3,48%, nilai akurasi sebesar 96.51%.

Kata kunci: Pajak BBNKB, *Data Mining*, *Machine Learning*, *Artificial Neural Network*, Prediksi.

Judul Skripsi

: PENERAPAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK MEMREDIKSI REALISASI PAJAK BEA BALIK NAMA KENDARAAN BERMOTOR PROVINSI LAMPUNG

Nama Mahasiswa

: Putri Salsabila Ramadhani

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1857031003

Jurusan

: Matematika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Dian Kurniasari, S.Si., M.Sc.
NIP. 196903051996032001

Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.
NIP. 196311081989022001

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

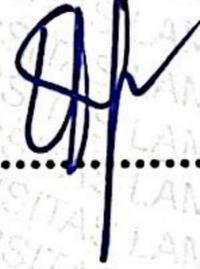
Ketua

: Dian Kurniasari, S.Si., M.Sc.



Sekretaris

: Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.



Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. Warsono, M.S., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP. 197407052000031001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Agustus 2022

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : **Putri Salsabila Ramadhani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1857031003**

Jurusan : **Matematika**

Judul Skripsi : **PENERAPAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK MEMPREDIKSI REALISASI PAJAK BEA BALIK NAMA KENDARAAN BERMOTOR PROVINSI LAMPUNG**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 25 Agustus 2022
Penulis



Putri Salsabila Ramadhani

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Putri Salsabila Ramadhani dilahirkan di Jakarta pada 21 Desember 2000. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Imron Hasan dan Ibu Puji Handayani.

Penulis pertama kali menempuh pendidikannya di Taman Kanak-Kanak Islam Aisyah Bustanul Athfal 86 pada tahun 2005-2006 dan melanjutkan pendidikannya ke Sekolah Dasar di SDN Malaka Jaya 07 Pagi Jakarta pada tahun 2006-2012. Kemudian, penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di SMP Negeri 195 Jakarta pada tahun 2012-2015. Jenjang pendidikan selanjutnya di SMA Negeri 50 Jakarta pada tahun 2015-2018.

Pada tahun 2018 penulis diterima sebagai mahasiswa S1 Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif dalam berorganisasi Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) FMIPA UNILA. Pada tahun 2021 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Langkapura, Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung dan Kerja Praktik (KP) di Badan Pendapatan Daerah Provinsi Lampung (BAPENDA), serta mengikuti Program Kampus Merdeka yang bernama Studi Independen di PT. Microsoft Indonesia dengan mengambil *learning track* Data dan *Artificial Intelligence*. Pada tahun 2022 penulis mengikuti kegiatan Studi Independen di di PT. Microsoft Indonesia dengan mengambil *learning track* *Intelligence Cloud*.

KATA INSPIRASI

Jangan terlalu keras pada dirimu sendiri, karena hasil akhir dari semua urusan di dunia ini sudah ditetapkan oleh Allah. Jika sesuatu ditakdirkan untuk menjauh darimu, maka ia tak akan pernah mendatangimu. Namun jika ia ditakdirkan bersamamu, maka kau tak akan bisa lari darinya.

(Umar Bin Khattab)

Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman.

(Ali Imran: 139)

Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(Al Anfaal: 96)

Maka Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan

(Q.S. Al-Insyirah: 5)

I feel like the possibility of all those possibilities being possible is just another possibility that could possibly happen

(Mark Lee)

Jangan terlalu keras dengan diri sendiri, terkadang tidak apa-apa melakukan kesalahan

(Zhong Chenle)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, solawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Dengan penuh ketulusan saya persembahkan karya kecil ini untuk:

Ayah Imron Hasan dan Bunda Puji Handayani

Terima kasih kepada kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan dan saran dalam setiap keputusan, kasih sayang serta doa yang tak pernah putus dalam setiap langkah yang saya tempuh

Syifa, Cici, dan Ichsan

Terima kasih kepada adik-adiku yang selalu memberikan doa, mendukung dan memberikan semangat

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terima kasih kepada bapak dan ibu dosen yang sangat berjasa, membantu, memberikan arahan, serta masukan dan ilmu yang bermanfaat

Teman-teman yang telah membantu, menemani, serta mendukung setiap langkahnya dari awal, hingga saat ini, dan seterusnya

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penerapan Metode *Artificial Neural Network* Untuk Memprediksi Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung”.

Dalam menyusun laporan ini penulis banyak mendapatkan bantuan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dian Kurniasari, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing, memberi saran, bantuan, motivasi, dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D., selaku Pembimbing II yang telah memberikan saran serta masukan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Warsono, M.S., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran selama proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Khoirin Nisa, M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika.
6. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh dosen, staff, karyawan Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Ayah, Bunda, Cipa, Cici, Ncan dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan.

9. Mupenggg, Mak Kibo, Markisut, Repisang, Mba Ajeng, Ipeh, Eja, Mba Cunong, Rans, Dewi dan Prabu yang memberi dukungan selama ini.
10. Farel, Ferzy, Zaenal, Joshua, Alif, Dalfa, Maydia, Sulis, Shavira, Luthfia, Febi, Oktin, Virda yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta menemani penulis selama menyusun skripsi ini.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan kerja praktik ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
12. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having me days off. I wanna thank me for never quitting.*

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan agar dapat menjadi pelajaran dan perbaikan untuk kedepannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis maupun bagi pihak yang membutuhkan.

Bandar Lampung, 25 Agustus 2022
Penulis,

Putri Salsabila Ramadhani

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	6
1.1 Latar Belakang dan Masalah	6
1.2 Tujuan Penelitian.....	8
1.3 Manfaat Penelitian	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Prediksi	10
2.2 Data Deret Waktu (<i>Time Series</i>).....	10
2.3 Data Mining	11
2.4 <i>Machine Learning</i>	13
2.5 <i>Artificial Neural Network</i> (ANN).....	14
2.5.1 Pengertian <i>Artificial Neural Network</i> (ANN).....	14
2.5.2 Komponen-Komponen <i>Artificial Neural Network</i>	15
2.5.3 Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i>	16
2.6 Fungsi Aktivasi.....	17
2.7 <i>Artificial Neural Network</i> dengan Algoritma <i>Backpropagation</i>	18
2.8 Model <i>Artificial Neural Network</i>	20
2.8.1 <i>Nodes</i> dalam <i>Hidden Layer</i>	20
2.8.2 <i>Epoch</i> dan <i>Batch Size</i>	21
2.9 <i>Hyperparameter Optimizer</i>	21
2.10 Validasi Model	22
III. METODE PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat	24
3.2 Data Penelitian	24
3.3 Metode Penelitian.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Input Data	27

4.2 Visualisasi Data	28
4.3 <i>Preprocessing</i> Data	28
4.3.1 <i>Missing Value</i>	29
4.3.2 <i>Scaling</i> Data	29
4.4 Pembagian Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	30
4.5 Membangun Model <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	30
4.6 Menguji Model	33
4.7 Prediksi Realisasi Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung	35
4.8 Evaluasi Model ANN	38
4.9 Peramalan Realisasi Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kriteria Nilai MAPE	23
Tabel 2. Data Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung ..	24
Tabel 3. Data <i>Input</i> Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung	27
Tabel 4. Hasil <i>Scaling</i> Data.....	29
Tabel 5. Pembagian Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i>	30
Tabel 6. Parameter yang Digunakan	31
Tabel 7. Parameter Optimal untuk Komposisi 60% <i>Data Training</i> dan 40% <i>Data Testing</i>	31
Tabel 8. Parameter Optimal untuk Skema 70% <i>Dara Training</i> dan 30% <i>Data Testing</i>	32
Tabel 9. Parameter Optimal untuk Pembagian 80% <i>Data Training</i> dan 20% <i>Data Testing</i>	32
Tabel 10. Perbandingan Nilai Akurasi	38
Tabel 11. Hasil Peramalan Realisasi Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Plot Data <i>Time Series</i>	11
Gambar 2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.	15
Gambar 3. Struktur <i>Neuron Artificial Neural Network</i>	15
Gambar 4. Struktur <i>Single Layer Network</i>	16
Gambar 5. Struktur <i>Multi Layer Network</i>	17
Gambar 6. Fungsi Aktivasi ReLU.....	18
Gambar 7. Arsitektur <i>Artificial Neural Network Backpropagation</i>	19
Gambar 8. Plot Data BBNKB	28
Gambar 9. <i>Syntax</i> Data Hilang.....	29
Gambar 10. Struktur <i>Artificial Neural Network</i> yang Dibangun.....	33
Gambar 11. Grafik <i>Loss</i> untuk Data <i>Training</i> 60%	33
Gambar 12. Grafik <i>Loss</i> untuk Data <i>Training</i> 70%	34
Gambar 13. Grafik <i>Loss</i> untuk Data <i>Training</i> 80%	35
Gambar 14. Plot Prediksi Data <i>Training</i> 60%	36
Gambar 15. Plot Prediksi Data <i>Training</i> 70%	36
Gambar 16. Plot Prediksi Data <i>Training</i> 80%	37
Gambar 17. Plot Gabungan Hasil Peramalan.....	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Negara yang dinamis adalah negara yang melakukan pembangunan secara berkesinambungan demi meningkatkan kemakmuran dan kesejahteraan rakyat yang sebesar-besarnya. Masalah pembiayaan dan sumber dana menjadi sangat penting dalam melaksanakan pembangunan nasional. Salah satu sumber penerimaan dalam negeri yang potensial untuk terus digali dan dikembangkan adalah dari sektor perpajakan (Giovani dan Padmono, 2014). Pajak merupakan salah satu sumber pendapatan daerah yang digunakan untuk membiayai pengeluaran-pengeluaran pemerintah. Berdasarkan fenomena tersebut, diketahui bahwa pajak sangat penting bagi suatu daerah, terutama dalam menyokong pembangunan daerah itu sendiri. Pajak merupakan pemasukan dana yang sangat potensial karena besarnya penerimaan pajak akan meningkat seiring laju pertumbuhan penduduk, perekonomian, dan stabilitas politik.

Pajak daerah merupakan komponen penting dalam Pajak Asli Daerah (PAD) yang harus dikembangkan karena kontribusi yang diberikan terhadap PAD cukup besar. Salah satu jenis pajak daerah yang merupakan sumber pendapatan daerah terbesar dari sekian jenis pajak yang ada yaitu Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB). Jenis pajak ini merupakan pajak daerah yang berperan penting terhadap pertumbuhan penerimaan daerah. Hal ini terjadi karena setiap tahunnya di setiap daerah terjadi peningkatan yang begitu pesat terhadap pengguna kendaraan bermotor, baik itu kendaraan roda empat maupun roda dua. Siahaan (2010) mengatakan bahwa pajak BBNKB adalah pajak atas penyerahan hak milik

kendaraan bermotor sebagai akibat perjanjian dua pihak atau perbuatan sepihak atau keadaan yang terjadi karena jual beli, tukar menukar, hibah, warisan, atau pemasukan ke dalam badan usaha.

Pajak BBNKB memiliki kontribusi sangat penting dalam membiayai pemerintahan dan pembangunan daerah, karena pajak BBNKB mendorong laju pertumbuhan ekonomi daerah dan pajak merupakan sumber utama penerimaan negara. Oleh karena itu, analisis dan prediksi Pajak BBNKB di Provinsi Lampung perlu dilakukan untuk mengetahui pergerakan kenaikan atau penurunan yang terjadi dimasa yang akan datang, serta pemerintah dapat membuat inovasi mengenai sistem pembayaran pajak dan juga dalam hal penetapan target penerimaan pajak. Prediksi merupakan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Prediksi juga merupakan proses untuk menemukan pola dari data dengan menggunakan beberapa variabel lain di masa depan. Metode ANN adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi.

Artificial Neural Network (ANN) merupakan jaringan yang saling berhubungan antar *node-node* atau simpul-simpul, setiap hubungan tersebut mempunyai bobot koneksi yang dilatih untuk mencapai respon yang diinginkan. Masing-masing bobot koneksi dihubungkan ke seluruh simpul atau *node*. Struktur ANN terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran. Masing-masing lapisan diberikan pembobot yang akan mentransformasi nilai *input* menjadi nilai *output*. Setiap *layer* terdiri dari beberapa *neuron* dan *neuron-neuron* ini akan terhubung dengan *neuron-neuron* lain pada *layer* terdekat (Ripley, 1996). Kelebihan dari metode ANN ini yaitu dapat menghasilkan nilai akurasi yang baik dalam melakukan prediksi dan mampu mengatasi permasalahan non-linier (Ceylan dan Bulkan, 2018). *Backpropagation* adalah algoritma dalam metode ANN, algoritma *backpropagation* melakukan pembelajaran terbimbing (*supervised learning*) yang digunakan pada jaringan *multi layer* yang terdiri dari beberapa *hidden layer* yang bertujuan untuk meminimalkan *error* terhadap jaringan yang menghasilkan keluaran (*output*) (Hamid dkk, 2011).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian oleh Eko (2018), mengenai prediksi kelulusan mahasiswa tepat waktu menggunakan metode *Decision Tree* dan *Artificial Neural Network* (ANN), hasil pengujian metode *decision tree* memiliki akurasi sebesar 74,51% dan *artificial neural network* sebesar 79,74%. Berdasarkan hasil pengujian kedua metode diperoleh bahwa metode *artificial neural network* memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *decision tree*, selanjutnya Nurdini, dkk (2018) melakukan penelitian tentang analisis prediksi kebangkrutan perusahaan menggunakan *artificial neural network* pada sektor pertambangan batubara diperoleh nilai akurasi sebesar 99,9%. Sedangkan, Putra dan Walmi (2020) meneliti tentang penerapan prediksi produksi padi menggunakan *artificial neural network* algoritma *backpropagation* menyatakan bahwa hasil prediksi dengan menggunakan metode *artificial neural network* memperoleh nilai akurasi sebesar 88,14%.

Berdasarkan penelitian di atas dapat disimpulkan mengenai penerapan metode ANN memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian memprediksi pajak bea balik nama kendaraan bermotor Provinsi Lampung menggunakan metode ANN sangat menarik dilakukan.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menentukan struktur ANN terbaik untuk memprediksi pajak bea balik nama kendaraan bermotor Provinsi Lampung.
2. Melakukan prediksi terhadap pajak bea balik nama kendaraan bermotor Provinsi Lampung menggunakan metode ANN.
3. Mengetahui nilai akurasi untuk ketepatan metode ANN pada data Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung.
4. Meramalkan Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan terkait metode ANN.
2. Sebagai bahan rujukan pengembangan ilmu matematika dalam memprediksi realisasi pajak bea balik nama kendaraan bermotor serta menjadi bahan pertimbangan dan memberikan informasi bagi peneliti yang akan melakukan penelitian tentang realisasi pajak bea balik nama kendaraan bermotor.
3. Mengetahui nilai prediksi dan peramalan untuk realisasi pajak bea balik nama kendaraan bermotor Provinsi Lampung menggunakan metode ANN.

II. TINJAUAN PUSTAKA

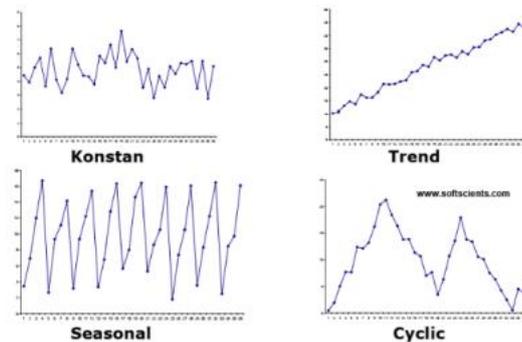
2.1 Prediksi

Prediksi adalah suatu proses memperkirakan sesuatu yang akan terjadi di masa depan berdasarkan informasi yang ada. Prediksi tidak selalu memberikan jawaban yang pasti melainkan berusaha untuk memberikan jawaban sedekat mungkin dengan kejadian (Kafil, 2013). Makridakis dkk pada tahun 1999 mengatakan bahwa prediksi bertujuan untuk mengenali pola sistematis serta menemukan pola hubungan kecenderungan yang didasarkan pada data historis. Pengumpulan data historis disini berperan sebagai tahapan pertama yang dilakukan untuk sebuah prediksi atau peramalan. Pengumpulan data historis ini tidak representatif atau bisa dikatakan kurang tepat serta kurang memadai, hal ini akan sangat berpengaruh pada data hasil prediksinya yang kurang akurat. Semakin besar *error* yang dihasilkan maka semakin tidak akurat hasil dari prediksi yang diperoleh.

2.2 Data Deret Waktu (*Time Series*)

Hanke dan Winchern (2005) berpendapat bahwa deret waktu adalah sekelompok data pengamatan himpunan observasi data terurut dalam waktu. Metode *time series* merupakan metode peramalan dengan menggunakan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu *horizontal*, *trend*, musiman, dan siklis. Pola *horizontal* merupakan kejadian yang tidak terduga dan bersifat acak, tetapi kemunculannya

dapat mempengaruhi fluktuasi data *time series*. Pola *trend* merupakan kecenderungan arah data dalam jangka panjang, dapat berupa kenaikan atau penurunan. Pola musiman merupakan fluktuasi dari data yang terjadi secara periodik dalam kurun waktu satu tahun, seperti triwulan, kuartalan, bulanan, mingguan, atau harian, sedangkan pola siklis merupakan fluktuasi data selama lebih dari satu tahun.



Gambar 1. Plot Data *Time Series*. (Sumber:<https://softscients.com/2021/11/28/uji-stasioneritas-data/>)

2.3 Data Mining

Data *mining* merupakan penambangan atau mencari informasi baru dari sejumlah data dengan mencari pola atau aturan tertentu (Davies dan Paul, 2004). Data *mining* seringkali disebut sebagai *knowledge discovery in database* (KDD) yaitu aktivitas yang mencakup pengumpulan, pemakaian data, historis untuk menemukan keteraturan, pola atau korelasi dalam set data berukuran besar (Santosa dan Budi, 2007). Turban (2005) menyatakan bahwa data *mining* adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan *machine learning* untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi info yang berguna dan pengetahuan yang terkait dari berbagai *database* besar.

Han dan Kamber (2011) mengatakan bahwa secara garis besar data *mining* dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu:

1. Prediksi

Prediksi adalah proses untuk menemukan pola dari data dengan menggunakan beberapa variabel lain di masa yang akan datang. Tujuan dari prediksi adalah untuk memprediksi nilai dari atribut tertentu berdasarkan pada nilai atribut-atribut lain. Atribut yang diprediksi umumnya dikenal sebagai variabel target atau variabel tak bebas, sedangkan atribut-atribut yang digunakan untuk membuat prediksi dikenal sebagai variabel bebas.

2. Deskripsi

Deskripsi dalam data *mining* adalah proses untuk menemukan karakteristik penting dari data dalam *database*. Tujuan dari deskripsi adalah untuk memperoleh pola-pola (korelasi, *trend*, *cluster*, teritori, dan anomali) yang meringkas hubungan dalam data. Tugas dari data *mining* deskripsi yaitu menyelidiki dan seringkali memerlukan teknik *post-processing* untuk validasi dan penjelasan hasil.

Kelebihan data *mining* sebagai alat analisis sebagai berikut (Miranda dkk, 2014):

- a. Data *mining* dapat menangani data dalam skala besar dan kompleks.
- b. Data *mining* dapat menangani berbagai jenis data.
- c. Data *mining* mampu mencari dan mengolah data secara otomatis, karena dalam beberapa teknik data *mining* diperlukan parameter yang harus diinput oleh pengguna secara manual.
- d. Data *mining* dapat meningkatkan hasil analisa dengan hasil yang lebih baik menggunakan pengalaman atau kesalahan terdahulu.

2.4 Machine Learning

Machine Learning adalah suatu teknik dalam kecerdasan buatan yang disebut pembelajaran mesin sering digunakan untuk mengotomatisasi prosedur atau menemukan solusi untuk masalah dengan menirukan perilaku manusia. *Machine Learning* mencoba menirukan bagaimana proses manusia atau makhluk cerdas belajar dan menggeneralisasi. Ciri khas *machine learning* adalah adanya proses pelatihan atau *training*. Oleh karena itu, *machine learning* membutuhkan data untuk dipelajari yang disebut sebagai data *training*. Manusia berusaha untuk memisahkan objek satu sama lain, tetapi mesin menggunakan teknik klasifikasi pada pembelajaran mesin untuk memilih atau mengklasifikasikan objek berdasarkan karakteristik tertentu. Prediksi digunakan oleh mesin untuk menebak keluaran dari suatu data masukan berdasarkan data yang telah dipelajari selama fase pelatihan. Metode *machine learning* yang paling populer yaitu Sistem Pengambil Keputusan, *Support Vector Machine* (SVM) dan *Neural Network*.

Fausett (1994) mengatakan bahwa secara umum terdapat 2 metode algoritma pembelajaran yaitu metode pembelajaran terawasi (*supervised learning*) dan metode pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*).

1. *Supervised Learning*

Metode ini digunakan ketika nilai keluaran yang diinginkan sudah diketahui sebelumnya. Nilai keluaran dari jaringan ini akan dibandingkan dengan nilai keluaran target yang disebut dengan galat atau *error*. Akan tetapi, jika *error* masih cukup besar maka masih perlu dilakukan pembelajaran lagi hingga didapatkan nilai *error* yang kecil atau nilai keluaran dari jaringan yang tidak berbeda jauh dengan nilai keluaran target. Contoh algoritma yang menggunakan metode pembelajaran terawasi (*supervised learning*) adalah *hebbian* (*hebb rule*), *perceptron*, *adaline*, *boltzman*, *hapfield*, dan *backpropagation*.

2. *Unsupervised Learning*

Metode pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*) merupakan metode pembelajaran yang tidak memerlukan acuan nilai *output*. Metode pembelajaran ini penerapannya sama seperti klasifikasi, karena tujuan dari metode ini yaitu mengelompokkan *unit-unit* yang memiliki kesamaan di area tertentu. Contoh algoritma yang menggunakan metode pembelajaran tak terawasi adalah *competitive*, *hebbian*, *kohonen*, *LVQ (Learning Vector Quantization)*, dan *neocognitron*.

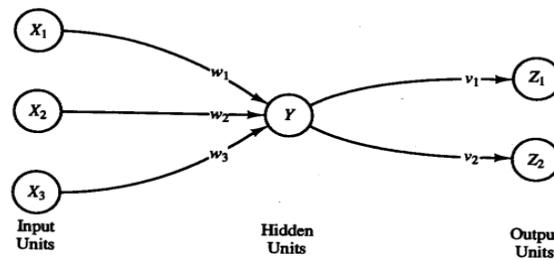
2.5 *Artificial Neural Network (ANN)*

2.5.1 *Pengertian Artificial Neural Network (ANN)*

Jaringan syaraf tiruan atau ANN merupakan suatu sistem informasi yang mempunyai cara kerja dan karakteristik yang menyerupai jaringan syaraf pada makhluk hidup. Jaringan ini terdiri dari elemen-elemen pemrosesan sederhana yang disebut *neuron (unit atau node)*. Arsitektur jaringan mengacu pada saluran komunikasi yang menghubungkan setiap *neuron* dengan *neuron* lain. Jaringan syaraf tiruan adalah suatu teknik proses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi (Siang, 2009). Jaringan syaraf tiruan memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Arsitektur yang disebut sebagai pola hubungan antar *neuron*.
2. Proses pelatihan (*training*) atau algoritma yang disebut sebagai metode penentuan bobot pada hubungan.
3. Fungsi aktivasi yang dijalankan setiap *neuron* pada *input* jaringan untuk menentukan *output*.

Tujuan dari lapisan *neuron* adalah untuk mendistribusikan data yang akan dikirim ke jaringan syaraf tiruan dari lapisan *input* menuju lapisan *output*. Lapisan ini disebut lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Berikut adalah arsitektur jaringan syaraf sederhana (Fausett, 1994).



Gambar 2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan. (Sumber: Fausett, 1994)

2.5.2 Komponen-Komponen *Artificial Neural Network*

Struktur *neuron* pada ANN atau jaringan syaraf tiruan yang dikembangkan oleh Kusumadewi (2003), terdiri dari beberapa *neuron* dan terdapat penghubung antara *neuron-neuron* yang dikenal dengan bobot seperti halnya otak manusia.



Gambar 3. Struktur *Neuron Artificial Neural Network*. (Sumber: Kusumadewi, 2003)

Berdasarkan Gambar 3, komponen-komponen ANN sebagai berikut.

1. *Input* berfungsi sebagai penerima informasi masukan dari *neuron* lain.
2. *Neuron* berfungsi untuk memproses informasi.
3. Bobot berfungsi untuk menunjukkan kekuatan hubungan antara *neuron* satu dengan yang lainnya.
4. Fungsi aktivasi merupakan suatu nilai tertentu yang memetakan fungsi hasil penjumlahan yang diterima oleh semua *input* dari suatu *neuron*.

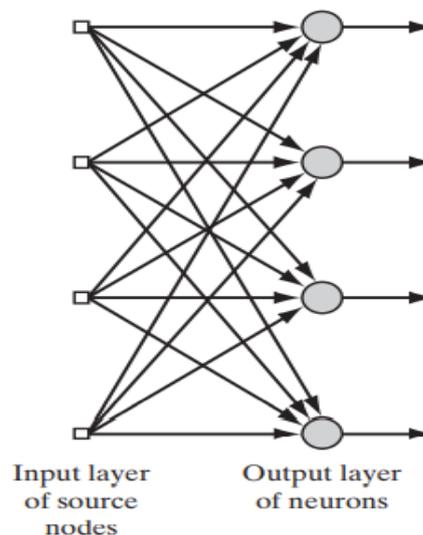
5. *Output* berfungsi sebagai proses pembelajaran atau proses perhitungan suatu fungsi aktivasi yang akan menghasilkan suatu *output* dari jaringan yang telah diinputkan atau bahkan akan menjadi inputan bagi *neuron* yang lain.

2.5.3 Arsitektur *Artificial Neural Network*

Susunan *neuron* dan pola keterkaitan antar *layer*, disebut *net architecture*. Kusumadewi (2003) mengatakan bahwa arsitektur ANN memiliki pola hubungan yaitu *single layer* dan *multilayer*.

a. *Single layer network*

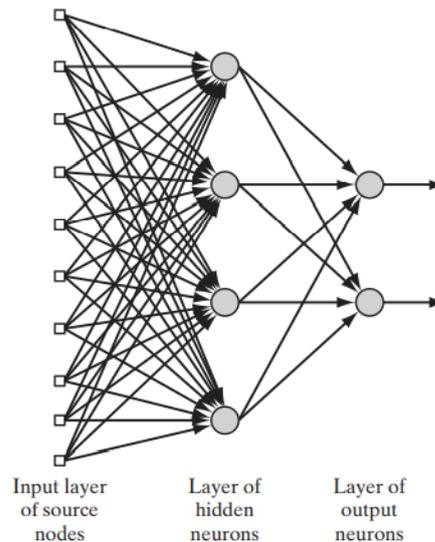
Jaringan lapisan tunggal atau *single layer network* mempunyai satu *layer* untuk menghubungkan nilai bobotnya. *Neuron input* berhubungan langsung dengan *neuron output*. Jaringan ini hanya menerima informasi dan langsung mengolahnya menjadi *output* tanpa melalui *hidden layer*. Ciri-ciri yang dimiliki *single layer net* ini hanya mempunyai satu *layer input* dan satu *layer output*.



Gambar 4. Struktur *Single Layer Network*. (Sumber: Haykin, 2009)

b. *Multilayer Network*

Jaringan yang memiliki tambahan satu *layer* atau lebih (*hidden neuron*) diantara *layer input* dan *output*. Jaringan dengan banyak *layer* ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih rumit dibandingkan jaringan dengan satu *layer*.



Gambar 5. Struktur *Multi Layer Network*. (Sumber: Haykin, 2009)

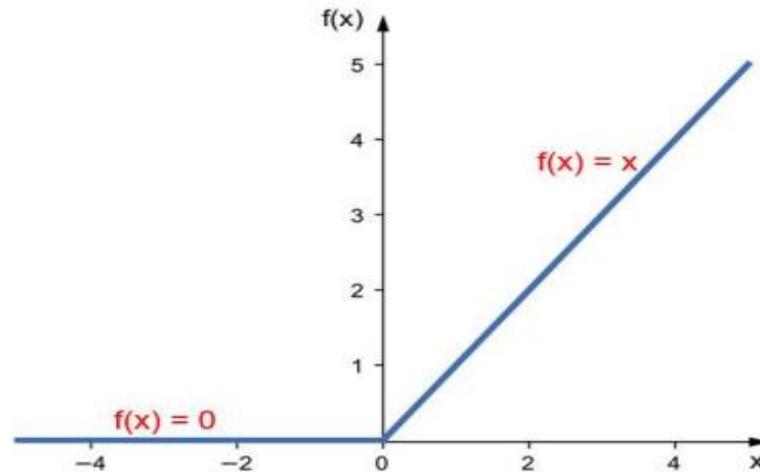
2.6 Fungsi Aktivasi

Puspitaningrum (2006) berpendapat bahwa dalam jaringan syaraf tiruan fungsi aktivasi berperan sebagai sinyal untuk menentukan keluaran ke beberapa *neuron* lainnya. Fungsi aktivasi ini memiliki peranan sangat penting dalam suatu jaringan syaraf tiruan dimana penggunaannya tergantung dengan kebutuhan dan target yang diinginkan serta fungsi aktivasi ini yang akan menentukan besarnya bobot. Fungsi aktivasi yang umum digunakan yaitu fungsi aktivasi *Rectified Linear Unit*

Rectified Linear Unit (ReLU) merupakan fungsi aktivasi yang digunakan untuk menormalisasikan nilai yang dihasilkan *layer*. Persamaan pada fungsi aktivasi ini yaitu:

$$f(x) = \max(0, x) \quad (2.1)$$

Setiap *input* negatif yang diberikan akan selalu dipetakan menjadi 0 dan setiap *input* positif akan dipertahankan nilainya, sehingga tidak terdapat hasil yang bernilai negatif, artinya *range* data berada diantara 0 sampai tak hingga. Grafik fungsi aktivasi ReLU sebagai berikut:



Gambar 6. Fungsi Aktivasi ReLU. (Sumber : Maysanjaya, 2020)

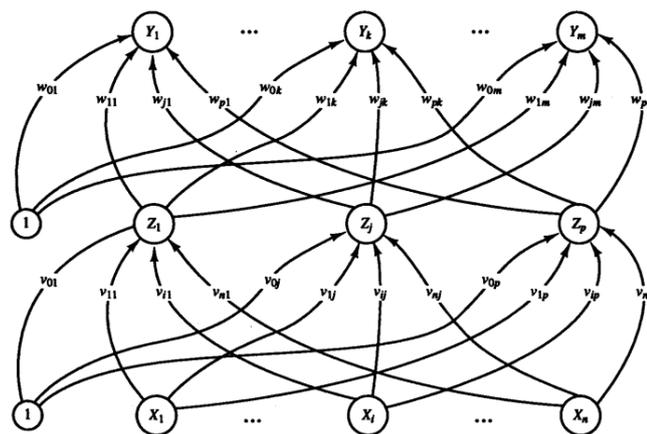
2.7 Artificial Neural Network dengan Algoritma Backpropagation

Hinton dkk pada tahun 1986 pertama kali memperkenalkan ANN atau jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* yang kemudian dikembangkan oleh Rumelhart dan Mc Clelland pada tahun 1988. Umumnya jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* didesain untuk dioperasikan pada metode dengan pembelajaran terawasi (*supervised learning*) dengan banyak lapisan (*multi layer network*) yang terdiri dari *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*.

Pelatihan *backpropagation* meliputi 3 fase yaitu sebagai berikut (Siang, 2009):

1. Propagasi maju (*feedforward*)
Pola *input* dihitung maju mulai dari lapisan masukan hingga lapisan keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan.
2. Propagasi mundur/eror (*backpropagation of error*)
Kesalahan yang terjadi diakibatkan karena terjadinya perbedaan antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan. Kesalahan yang terjadi itu dipropagasi mundur. Dimulai dengan garis yang berhubungan langsung dengan unit di lapisan *output*.
3. Modifikasi bobot serta bias (*adjustment*)
Fausett (1994) mengatakan bahwa *backpropagation* bekerja dengan terlebih dahulu mencari eror *output* dengan arah maju (*forward*) untuk mengoreksi bobot yang kemudian dilakukan dengan arah mundur (*backward*). Fungsi aktivasi akan mengaktifkan *neuron-neuron* pada saat melakukan *forward* untuk menghasilkan *output*. Fungsi aktivasi yang digunakan pada *backpropagation* umumnya kontinu, terdiferensial, dan tidak turun.

Adapun arsitektur jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* adalah sebagai berikut.



Gambar 7. Arsitektur Artificial Neural Network Backpropagation. (Sumber: Fausett, 1994)

Berikut adalah persamaan *backpropagation*:

$$y = \sum_{k=1}^m \psi_o (w_{0k} + \sum_{j=1}^p w_{jk} \psi_h (v_{0j} + \sum_{i=1}^n v_{ij} x_i)) \quad (2.2)$$

dimana:

x_i = *input* jaringan ke- i

v_{0j} = bobot bias pada lapisan *input* ke lapisan tersembunyi ke- j

w_{0k} = bobot bias pada lapisan tersembunyi ke lapisan *output*

v_{ij} = bobot pada lapisan *input* ke- i ke lapisan tersembunyi ke- j

w_{jk} = bobot pada lapisan tersembunyi ke- j ke lapisan *output*

ψ_o = fungsi aktivasi yang digunakan pada lapisan tersembunyi

ψ_h = fungsi aktivasi yang digunakan pada lapisan *output*

2.8 Model Artificial Neural Network

2.8.1 Nodes dalam Hidden Layer

Heaton (2008) mengatakan bahwa perubahan hasil pelatihan akan tergantung pada banyaknya *hidden layer* yang digunakan. *Output* yang kurang baik dihasilkan apabila menggunakan *neuron* yang terlalu sedikit, tetapi jika menggunakan *neuron* yang terlalu banyak, maka akan memperlambat pelatihan dan menghasilkan jumlah pelatihan yang tak hingga. Beberapa aturan yang sering digunakan dalam menentukan jumlah *hidden layer* sebagai berikut:

1. Jumlah *hidden layer* lebih besar dari jumlah *neuron input* atau jumlah *output*.
2. Jumlah *hidden layer* yaitu 2/3 besar dari jumlah *neuron input* ditambah jumlah *output*.
3. Jumlah *hidden layer* harus lebih kecil atau sama dengan dua kali jumlah *input layer*.

2.8.2 *Epoch dan Batch Size*

Vijayalakshmi dan Venkatachalapathy (2019) mendefinisikan *epoch* merupakan jumlah iterasi selama proses pelatihan yang memberikan *input* dari jaringan dan juga memperbarui bobot jaringan. Proses pelatihan tersebut berlangsung pada *neural network* sampai ke awal lagi. Satu *epoch* memerlukan waktu yang lama dalam proses pelatihan. Oleh karena itu, untuk mempercepat dalam proses *training* dilakukan pembagian per *batch* yang disebut *batch size*. *Batch size* adalah istilah yang digunakan dalam pembelajaran mesin dan mengacu pada jumlah contoh pelatihan yang digunakan dalam satu iterasi dan merupakan salah satu *hyperparameter* terpenting untuk disesuaikan dengan sistem *deep learning* (Rochmawati dkk, 2021). Nilai yang biasa digunakan antara lain adalah 16, 32, 64 dengan mempertimbangkan angka kelipatan 2 yang dapat memudahkan proses pembagian *dataset* dalam pelatihan model.

2.9 *Hyperparameter Optimizer*

Parameter yang telah ditentukan diawal dan tidak berubah selama proses pelatihan di dalam model *neural network* disebut dengan *hyperparameter* (Michelucci, 2018). *Hyperparameter* yang umum digunakan pada *neural network* yaitu:

1. Jumlah *hidden layer*.
2. Jumlah *nodes* dalam *hidden layer*.
3. *Dropout*.
4. *Epoch dan Batch Size*.
5. Fungsi Aktivasi.

Penentuan model *neural network* terbaik diperlukan kombinasi parameter yang optimal. Menentukan kombinasi yang optimal akan menghabiskan waktu yang cukup lama karena harus melakukan pelatihan pada setiap kombinasi, sehingga diperlukan metode untuk mendapatkan kombinasi yang optimal dengan jumlah

pelatihan yang sedikit mungkin untuk mempersingkat waktu. *Hyperparameter tuning* atau *hypertuning* akan menggunakan *early stopping* agar proses pembelajaran yang dilakukan model berhenti ketika kondisi telah terpenuhi (Li dkk, 2018).

2.10 Validasi Model

Teknik peramalan yang menggunakan data kuantitatif dengan data runtun waktu tertentu terdapat *error* / kesalahan yang dihasilkan oleh teknik tersebut (Hanke dan Wichern, 2014). Oleh sebab itu, dibutuhkan metode untuk mengukur seberapa besar *error* yang dapat dihasilkan oleh metode-metode peramalan untuk dipertimbangkan kembali sebelum dibuat keputusan. Metode-metode yang dapat digunakan dalam mengevaluasi *error* pada teknik peramalan yaitu *Mean Square Error* (MSE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

a. Mean Squared Error (MSE)

MSE mengukur rata-rata kuadrat dari kesalahan antara target yang diamati dan nilai yang diprediksi. Semakin kecil MSE, semakin baik hasil prediksi yang dihasilkan (Subagyo, 1986).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\hat{y}_t - y_t)^2 \quad (2.3)$$

dengan:

- y_t = nilai aktual pada periode t
- \hat{y}_t = nilai peramalan pada periode t
- n = jumlah periode peramalan
- t = periode data

b. Root Mean Squared Error (RMSE)

RMSE dapat diartikan sebagai jarak rata-rata, antara nilai yang diprediksi dan diamati, diukur dalam satuan variable target (Lestari dan Wahyuningsih, 2012).

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (2.4)$$

c. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

MAPE menghitung rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan antara data aktual dengan hasil prediksi. Rumus yang digunakan untuk menghitung MAPE sebagai berikut (Lestari dan Wahyuningsih, 2012).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\%}{n} \quad (2.5)$$

dengan:

n = jumlah sampel

y_t = nilai aktual indeks pada periode ke-t

\hat{y}_t = nilai prediksi indeks pada periode ke-t

t = periode data

MAPE digunakan sebagai evaluasi proses prediksi, semakin kecil nilai MAPE yang dihasilkan artinya nilai prediksi semakin mendekati data aktual. Model prediksi mempunyai kinerja yang sangat akurat apabila nilai MAPE dibawah 10% dan mempunyai kinerja yang baik apabila nilai MAPE berada diantara 10% dan 20% (Sumari dkk.,2020).

Tabel 1. Kriteria Nilai MAPE

MAPE (%)	Interpretasi
<10	Prediksi sangat akurat
10-20	Prediksi baik
20-50	Prediksi layak
>50	Prediksi tidak akurat

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2021/2022 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data realisasi pajak bea balik nama kendaraan bermotor Provinsi Lampung yang diperoleh dari Kantor Badan Pendapatan Daerah Provinsi Lampung dalam bentuk *file excel* selama 10 tahun yang dihitung sejak Januari 2012 sampai Juni 2021 dalam frekuensi data bulanan. Berikut adalah data penelitian yang digunakan:

Tabel 2. Data Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor Provinsi Lampung

Tahun	BBNKB
01/01/2012	44.052.275.590
01/02/2012	45.563.869.025
01/03/2012	34.760.018.979
01/04/2012	55.549.557.892
01/05/2012	71.883.702.994
...	...

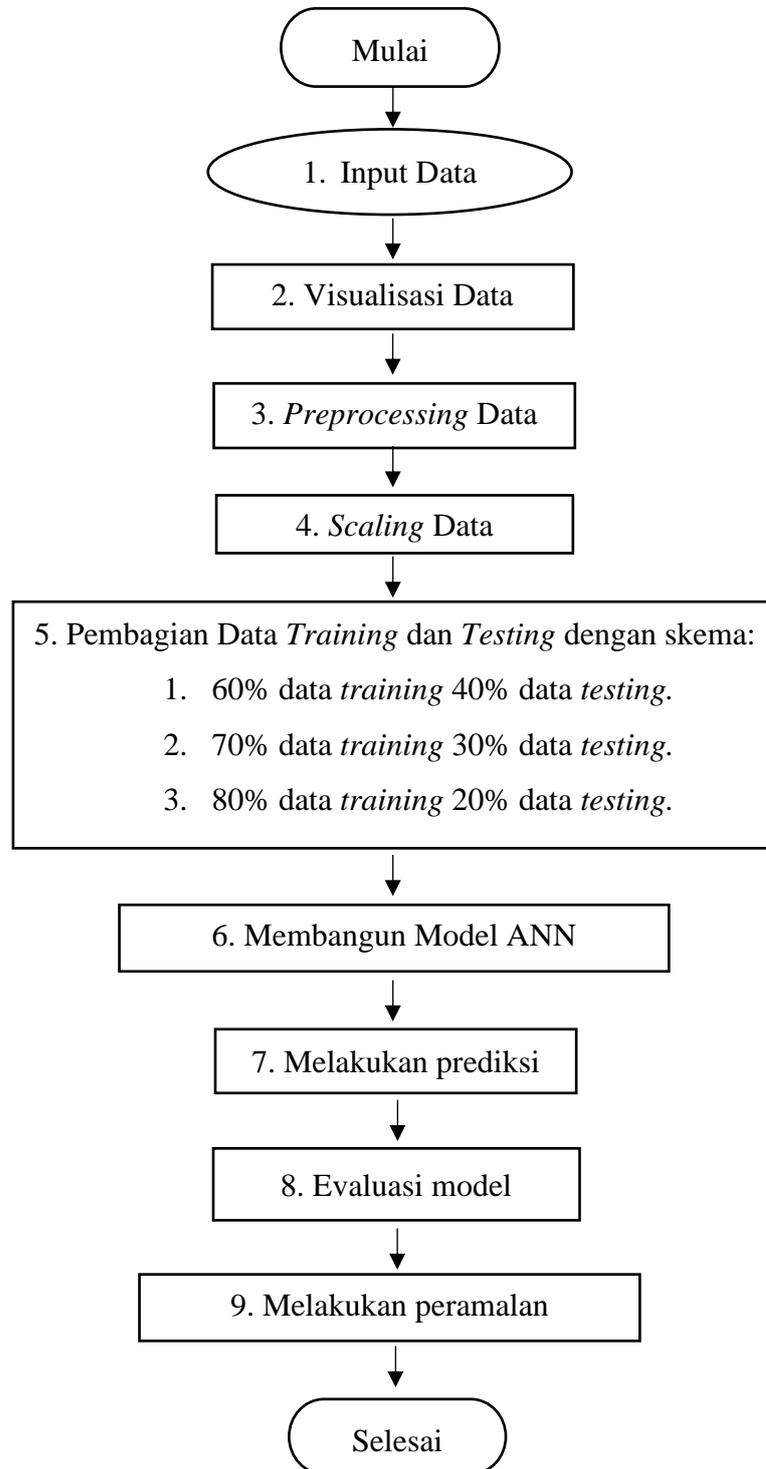
01/02/2021	45.784.629.500
01/03/2021	48.448.698.000
01/04/2021	49.976.513.500
01/05/2021	43.332.142.500
01/06/2021	66.763.390.500

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan model ANN dengan algoritma *backpropagation* untuk memprediksi realisasi pajak bea balik nama kendaraan bermotor Provinsi Lampung dengan bantuan *software python*. Adapun langkah-langkah penelitian ini yaitu:

1. Melakukan *input* data realisasi pajak bea balik nama kendaraan bermotor Provinsi Lampung ke dalam *software python* yang didukung oleh *Google Colab*.
2. Melakukan visualisasi data dengan membuat plot untuk melihat pola data antar variabel.
3. Melakukan *preprocessing* data dengan melihat adanya *missing value* dari data tersebut.
4. Melakukan *scaling* data menggunakan *MinMaxScaler*.
5. Melakukan *training* dan *testing* data dengan tiga skema, yaitu skema persentase data *training* 60% dan data *testing* sebesar 40%, skema persentase data *training* 70% dan data *testing* sebesar 30%, dan skema persentase data *training* 80% dan data *testing* sebesar 20%
6. Membangun model ANN dengan algoritma *backpropagation* berdasarkan parameter terbaik yang diperoleh dari *hyperparameter optimizer* yaitu jumlah *nodes* pada *hidden layer*, *batch size*, dan *epoch*.
7. Melakukan prediksi dengan menggunakan skema data *testing* sebesar 40%, 30%, dan 20%.
8. Melakukan evaluasi model prediksi dengan menghitung nilai RMSE dan MAPE.
9. Melakukan peramalan pajak bea balik nama kendaraan bermotor Provinsi Lampung untuk 24 bulan ke depan.

Secara singkat alur ANN menggunakan *software python* sebagai berikut:



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Parameter optimal yang digunakan dalam model ANN dalam meramal pajak bea balik nama kendaraan di Provinsi Lampung menggunakan komposisi data *training* sebesar 80% dan *testing* sebesar 20% adalah 2 *hidden layers* dengan menggunakan 24 *nodes* pada *layer* pertama dan 7 *nodes* pada *layer* kedua, 50 *epoch*, 16 *batch size* serta menggunakan fungsi aktivasi ReLU.
2. Hasil prediksi data pajak BNKB di Provinsi Lampung menggunakan metode ANN dengan komposisi data *training* sebesar 80% dan *testing* sebesar 20% menghasilkan nilai RMSE sebesar 0.246, nilai MAPE sebesar 3.48% dan nilai akurasi sebesar 96.51%, sehingga metode ini baik digunakan dalam melakukan peramalan periode ke depan.

5.2 Saran

Saran yang dianjurkan untuk peneliti selanjutnya adalah menggunakan data yang lebih banyak serta melakukan perbandingan dengan metode peramalan yang terdapat di dalam *machine learning* untuk melihat nilai akurasi terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ceylan, Z., dan Bulkan, S. 2018. Forecasting PM10 Levels Using ANN and MLR: A Case Study for Sakarya City. *Global Nest Journal*. **20**(2): 281-290.
- Davies dan Paul, B. 2004. *Database Systems*. 3rd Edition. Palgrave Macmillan. New York.
- Eko, P. R. 2018. Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Decision Tree dan Artificial Neural Network. *Jurnal Ilmiah*. **20**(1): 21-30.
- Fausett, L. 1994. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*. Prentice Hall. New Jersey.
- Giovani, D. R., dan Padmono, Y. Y. 2014. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penerimaan Pajak Kendaraan Bermotor di Provinsi Jawa Timur. *Ilmu dan Riset Akuntansi*. **12**(3): 45-60.
- Han, J. dan Kamber, M. 2011. *Data Mining Concepts and Techniques*. Diane Cerra. San Fransisco.
- Hinton, G. E., dan Willliams, R. J. 1986. *Learning Representations by Backpropagating Errors*. University of California. California
- Hamid, N.A., Nawi, N.M., Ghazali, R., dan Salleh, M.N.M. 2011. Accelerating Learning Performance of Backpropagation Algorithm by Using Adaptive Gain Together with Adaptive Momentum and Adaptive Learning Rate On Classification Problems. *International Journal Software*. **5**(4): 31-44.
- Hanke, J.E., dan Wichern, D. 2014. *Business Forecasting*. 9th Edition. Pearson. USA.
- Haykin, S. 2009. *Neural Networks and Learning Machines*. Pearson. USA

- Heaton, J. 2008. *Introduction to Neural Network for Java*. 2nd Ed. Heaton Research Inc. Florida.
- Kafil, M. 2019. Penerapan Metode K-Nearest Neighbors untuk Memprediksi Penjualan Berbasis Web pada Boutiq Dealove Bondowoso. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. **3**(2): 60-61.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Lestari, N., dan Wahyuningsih, N. 2012. Peramalan Kunjungan Wisata dengan Pendekatan Model SARIMA. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. **1**(1): 29-33.
- Li, L., Jamieson, K., Rostamizadeh, A., dan Talwalkar, A. 2018. Hyperband: A Novel Bandit-Based Approach to Hyperparameter Optimization. *Journal of Machine Learning Research*. **18**(185): 12-15
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., dan McGee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Prediksi*. Ed. Ke-2. Terjemah Untung Sus Andriyanto. Erlangga, Jakarta.
- Maysanjaya, D.M.I. 2020. Klasifikasi Pneumonia Pada Citra X-rays Paru-paru dengan Convolutional Neural Network. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*. **9**(2):190-195.
- Michelucci, U. 2018. *Applied Deep Learning: A Case-Based Approach to Understanding Deep Neural Network*. Apress Berkeley. California.
- Miranda, E., Yonathan, H., Lokanatha, I. G., dan Suryawan, J. B. 2014. Data Mining untuk Menganalisis Gagal Serah Dana Pada Transaksi Jual Beli Saham. *Journal of Computer, Mathematics and Engineering Applications*. **5**(1):144-153.
- Nurdini, R.A., Priyadi, Y., dan Norita. 2018. Analisis Prediksi Kebangkrutan Perusahaan Menggunakan Artificial Neural Network Pada Sektor Pertambangan Batubara. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*. **8**(1):107-114.
- Puspitaningrum, D. 2006. *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*. Andi. Yogyakarta.
- Putra, H., dan Walmi, U.N. 2020. Penerapan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Artificial Neural Network Algoritma Backpropagation. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*. **6**(2):100-107.

- Ripley, B. D. 1996. *Pattern Recognition and Neural Network*. University Press. Cambridge.
- Rochmawati, N., Hidayati, H.B., Yamasari, Y., Tjahyaningtjas, H.P.A., Yustanti, W., dan Prihanto, A. 2021. Analisa Learning Rate dan Batch Size Pada Klasifikasi Covid Menggunakan Deep learning dengan Optimizer Adam. *Journal Information Engineering and Educational Technology*. 5(2):44-48.
- Santosa, dan Budi. 2007. *Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Siahaan, M. P. 2010. *Pajak Daerah dan Retribusi Daerah*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Siang, J. J. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemograman Menggunakan Matlab*. Andi. Yogyakarta.
- Softscience. 2009. *Uji Stasioneritas Data*. Diakses pada 12 Juli 2022. <https://softscients.com/2021/11/28/uji-stasioneritas-data/>.
- Sumari, A. D. W., Musthafa, M. B., Ngatmari, dan Putra, D. R. H. 2020. Perbandingan Kinerja Metode-Metode Prediksi pada Transaksi Dompot Digital di Masa Pandemi. *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*. 4(4):642-647.
- Subagyo, dan Pangestu. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. BPPE UGM. Yogyakarta.
- Turban. E., 2005. *Decision Support System and Intelligent System (Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas)*. Andi. Yogyakarta.
- Vijayalakshmi, V dan Venkatachalapathy, K. 2019. Deep Neural Network for Multi-Class Prediction of Student Performance in Educational Data. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 8(2): 5073-5081.