

PERAMALAN PRODUKSI DAN LUAS AREA TANAM TEMBAKAU DI INDONESIA DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Fakta Liza¹, Wellie Sulistijanti²

¹Akademi Statistika Muhammadiyah Semarang

email: faktaliza15@gmail.com

²Akademi Statistika Muhammadiyah Semarang

ABSTRACT

Tobacco is a leading commodity in the plantation sector which is very important in the Indonesian economy. Products that can be produced or traded are tobacco leaves and cigarettes. In 2012, the world's largest tobacco producing countries were China, Brazil, China, and the United States. Indonesia ranks 5th as the world's largest tobacco producer with a total production of 226,704 tons or 3.0% of total global tobacco production. Indonesia's success in producing tobacco can be determined by forecasting the next few years. The data used are production data and the area of tobacco planted in Indonesia from 1975 - 2018. The method used is Backpropagation which is a supervised training method applied to the Artificial Neural Network. One of the algorithms from Backpropagation is the Levenberg Marquardt algorithm developed by Donald Marquardt and Kenneth Marquardt, which provides a solution to the problem of minimizing non-linear functions. In this study it can be concluded that the best model for tobacco production is 1-6-1 with an MSE training value of 0.153 so that the forecast in 2019 is 160,240 tons. Meanwhile, the best model for tobacco planting area is 1-16-1 with MSE training value of 0.102, so the forecast in 2019 is 190,000 Ha.

Keywords: Levenberg Marquardt Algorithm, Artificial Neural Network Method, Tobacco Production

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan dan pembangunan ekonomi di Indonesia di dorong oleh kontribusi pada bidang pertanian karena di negara berkembang, pertanian merupakan sektor ekonomi yang potensial dan menjadi tulang punggung dalam perbaikan perekonomian nasional yang mampu menyediakan kesempatan kerja dan berkontribusi dalam pembentukan PDB (Setyawan, Subantoro, & Prabowo, 2016). Pada tahun 2017, pertanian menyumbangkan pendapatan nasional yang cukup besar. Hal ini dapat dilihat pada sumbangan sektor pertanian terhadap Produk Domestik Bruto yang tinggi yaitu sebesar 1.785.880,7 Triliun rupiah. Sedangkan sektor pertanian itu sendiri terdiri dari 5 subsektor yaitu, tanaman bahan makanan, perkebunan, peternakan, kehutanan, dan perikanan memberikan kontribusi utama pada pendapatan daerah (BPS, 2018).

Tembakau merupakan komoditas unggulan pada sektor perkebunan yang sangat penting dalam perekonomian Indonesia. Produk yang dapat dihasilkan atau diperdagangkan ialah daun tembakau dan rokok. Setiap daerah mempunyai produk tembakau dengan kekhasan cita rasa masing-masing. Oleh karena itu, tembakau di Indonesia banyak diminati oleh masyarakat lokal maupun internasional (Rofiuddin & Widayati, 2018). Industri tembakau di Indonesia berkembang pesat sejalan dengan jumlah perokok yang terus meningkat. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan merokok masyarakat Indonesia. Sejalan dengan itu, Industri rokok berperan dalam perekonomian nasional sebagai penyumbang penerimaan negara melalui cukai. Pertumbuhan industri rokok tentu diikuti oleh berkembangnya penanaman tembakau yang diusahakan petani daerah, dan telah berperan sebagai penyedia lapangan pekerjaan, serta sumber pendapatan masyarakat maupun perekonomian daerah (Rachmat, 2010).

Pada tahun 2012, negara produsen tembakau terbesar dunia adalah Tiongkok, Brazil, China, serta Amerika Serikat. Indonesia menempati posisi ke-5 sebagai produsen tembakau terbesar dunia dengan jumlah produksi 226.704 ton atau 3,0% dari total produksi tembakau secara global (Rampai, 2014). Di Indonesia varietas tembakau yang dibudidayakan sudah berkembang di berbagai daerah. Sehingga tembakau dikenal dengan nama daerahnya, seperti tembakau temanggung, tembakau madura, tembakau selopuro, tembakau paiton, dan tembakau kendal. Luas areal tembakau di Indonesia 48% berada di Provinsi Jawa Timur, 24% di Provinsi Nusa Tenggara Barat, dan sisanya tersebar di Provinsi lain (Rachman, 2007). Pendapatan dari cukai tembakau menyumbangkan angka sebesar 10,23% dari pendapatan pajak dalam APBN 2017 (Handaka, 2018). Produksi tembakau Indonesia pada tahun 2017 mencapai 152.319 ton lebih tinggi dari tahun sebelumnya yaitu sebesar 126.728 ton. Sedangkan luas area komoditas tembakau sebesar 185.708 hektar (Ditjen perkebunan, 2018). Luas area atau luas lahan pertanian sangat mempengaruhi tingkat produksi. Semakin luas lahan pertanian yang dimiliki maka produksi akan semakin meningkat. Jika suatu produksi petani meningkat, maka pendapatan petani akan meningkat dan kesejahteraan petani meningkat. Begitu pula sebaliknya luas lahan yang dimiliki menurun, maka produksi akan menurun dan pendapatan petani ikut menurun (Hidayati, 2017).

Keberhasilan Indonesia dalam memproduksi tembakau dapat diketahui dengan cara melakukan peramalan untuk beberapa tahun mendatang. Peramalan diperlukan sebagai informasi untuk perencanaan dan pengambilan keputusan di masa yang akan datang. Peramalan produksi tembakau sebelumnya, peneliti menggunakan metode ARIMA (Sari, 2008). ARIMA merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi data yang akan datang menggunakan data masa lampau. Kelebihan metode ARIMA ini adalah cocok untuk meramalkan data yang sederhana dan pengaplikasian metode yang mudah dalam menganalisis data musiman maupun trend (Safitri, Dwidayati, & Sugiman, 2017). Sedangkan data untuk peramalan dalam periode yang panjang, tingkat ketepatannya kurang baik karena biasanya data cenderung flat/ konstan. ARIMA akan mengalami penurunan tingkat keakuratan jika terdapat komponen nonlinier pada data pengamatan (Wijayanti & Pulungan, 2014). Karena ARIMA tidak dapat memodelkan time series yang berupa nonlinier (Zhang, 2003). Berbeda dengan metode ARIMA, *Artificial Neural Network* merupakan sebuah metode peramalan yang bisa digunakan untuk memprediksi time series nonlinier (Zhang, Patuwo, & Hu, 2001). *Neural Network* dapat sangat mudah diterima oleh data noisy, mempunyai tingkat akurasi yang tinggi, dan lebih baik dalam pengolahan data mining (Purwaningsih, 2016). Pada peramalan dengan data runtun waktu digunakan sebuah metode yaitu *Backpropagation* yang merupakan metode pelatihan terawasi (*supervised training*) yang diterapkan pada *Artificial Neural Network*. Salah satu algoritma dari *Backpropagation* adalah algoritma *Levenberg Marquardt* yang dikembangkan oleh Donald Marquardt dan Kenneth Marquardt, memberikan solusi untuk masalah meminimalisasi fungsi non linier (Sunarauw, 2016).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setyonugroho, Permanasari, dan Kusumawardani pada tahun 2017 tentang perbandingan akurasi algoritme pelatihan dalam jaringan syaraf tiruan untuk peramalan jumlah pengguna kereta api di Pulau Jawa memperoleh nilai MSE pada algoritma pelatihan Levenberg Marquardt sebesar 0,000192 yang menunjukkan arsitektur optimal 12-30-1. Sedangkan nilai MSE pada algoritma pengujian Levenberg Marquardt sebesar 0,0259 dengan nilai arsitektur 12-30-1.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian untuk menyusun Tugas Akhir dengan judul “**PERAMALAN PRODUKSI DAN LUAS AREA TANAM TEMBAKAU DI INDONESIA DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana gambaran umum produksi dan luas area tanam tembakau di Indonesia tahun 1975 – 2018?
2. Bagaimana peramalan produksi tembakau di Indonesia dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* pada tahun 2019?
3. Bagaimana peramalan luas area tanam tembakau di Indonesia dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* pada tahun 2019?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui gambaran umum produksi dan luas area tanam tembakau di Indonesia tahun 1975 – 2018
2. Untuk mengetahui peramalan produksi tembakau di Indonesia dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* pada tahun 2019
3. Untuk mengetahui peramalan luas area tanam tembakau di Indonesia dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* pada tahun 2019

2 Landasan Teori

a. Produksi

Produksi merupakan kata yang berasal dari serapan bahasa Inggris, yaitu *production* dalam KBBI, kata produksi dapat diartikan sebagai suatu proses mengeluarkan hasil penghasil. Selain itu, terdapat dua arti lain dari produksi yaitu hasil dan pembuatan. Pengertian produksi mencakup segala kegiatan termasuk proses, yang dapat menciptakan hasil, dan pembuatan (Muin, 2017)

b. Luas Area Tanam

Luas lahan pertanian merupakan sesuatu yang penting dalam proses produksi ataupun usaha tani serta usaha pertanian. Dalam usaha tani, pemilikan atau penguasaan lahan yang sempit sudah pasti kurang efisien dibandingkan lahan yang lebih luas. Semakin sempit lahan usaha, maka semakin tidak efisien usaha tani yang dilakukan. Kecuali apabila suatu usaha tani dijalankan dengan administrasi yang baik dan tertib serta teknologi yang tepat. Tingkat efisiensi yang sebenarnya terletak pada penerapan teknologi. Karena pada luas lahan yang lebih sempit, penerapan teknologi cenderung lebih berlebihan (berhubungan erat dengan konversi luas lahan ke hektar), serta menjadikan usaha tani tidak efisien (Kartikasari, 2011)

c. Tembakau

Dalam bahasa Indonesia, tembakau berasal dari bahasa Spanyol “*tobacco*” yang merupakan tanaman tropis dari Amerika (Sumarno, 2016). Tembakau bisa juga berasal dari kata “*tabago*” yaitu sejenis pipa yang berbentuk Y digunakan untuk menghirup asap dari tembakau. Daun tembakau disebut sebagai Cohiba, tetapi pada umumnya digunakan untuk mendefinisikan jenis tumbuhan obat sejak 1410 (Parwati, Vipriyanti, & Tariningsih, 2017)

d. Jenis – Jenis Tembakau

Menurut musimnya, tembakau di Indonesia dibedakan menjadi dua jenis yaitu (Sari, 2008):

1. Tembakau VO (*Voor – Oogst*)

Tembakau jenis ini biasanya disebut dengan tembakau musim kemarau (*onberegend*). Artinya, tembakau yang ditanam pada musim penghujan dan dipanen pada musim kemarau.

2. Tembakau NO (*Na Oogst*)

Tembakau ini merupakan jenis tembakau yang ditanam pada waktu musim kemarau yang kemudian dipanen pada waktu musim penghujan.

Dalam industri rokok, ada tiga jenis daun tembakau, yaitu daun pembungkus, daun pengisi, dan daun pembalut. Ketiga jenis daun tersebut dihasilkan dari jenis tanaman tembakau yang berbeda. Berdasarkan jenis daun tembakau yang dihasilkan, tanaman tembakau dibagi menjadi lima (Cahyono, 2000), yaitu:

1. Tembakau Cerutu

Jenis tembakau ini antara lain tembakau Deli, tembakau Basuki, Tembakau Vorsteinland, tembakau Maryland, dan tembakau Cuba. Tembakau cerutu pada umumnya berfungsi sebagai pengisi. Tembakau yang digunakan untuk pengisi cerutu ini bisa disebut sebagai tembakau nasi.

2. Tembakau Pipa

Tembakau ini merupakan jenis tanaman tembakau yang khusus digunakan sebagai pipa bukan sebagai pembuatan rokok cerutu maupun rokok sigaret kretek. Penggunaannya untuk kenikmatan merokok yaitu langsung ditempatkan di bagian ujung pipa lalu dinyalakan menggunakan api serta dihisap dengan batang pipa. Tembakau yang termasuk dalam jenis ini adalah tembakau Lumajang.

3. Tembakau Sigaret

Dalam industri rokok, tembakau ini digunakan sebagai bahan utama pembuatan rokok sigaret, sigaret putih ataupun sigaret kretek. Yang tergolong dalam tembakau jenis ini antara lain tembakau Virginia, tembakau Burley, tembakau Oriental, tembakau Kasturi, tembakau Payakumbuh, dan tembakau Madura.

4. Tembakau Asli/ Rajangan

Tembakau ini biasanya diusahakan oleh rakyat. Pada umumnya, hasil panen diolah dengan cara dirajang yang kemudian dikeringkan dengan penjemuran sinar matahari (sun Curing). Pembudidayaannya dapat dimulai dari membuat persemaian, penanaman bibit, dan pengolahan hasil sampai siap untuk dijual di pasaran yang dilakukan oleh petani sendiri. Hasil dari tembakau rajangan ini kurang begitu diminati oleh industri rokok karena kurangnya kualitas cita rasa dan aromanya.

5. Tembakau Asapan

Tembakau asapan merupakan jenis tanaman tembakau yang daunnya diolah dengan cara pengasapan. Tembakau ini dibedakan menjadi dua, yaitu tembakau musim kemarau (Voor Oogst) dan tembakau musim penghujan (Na Oogst)

e. Sentra Penanaman Tembakau

Beberapa kota menjadi sentra penghasil tembakau yang diperdagangkan di luar negeri antara lain Aceh, Sumatera Barat (Lima Puluh Kuto, Payakumbuh, Solok), Sumatera Utara (Karo dan Dairi), Sumatera Selatan (OKU Selatan), NTB, Lampung (Lampung Timur, Tanggamus), Jawa Barat (Garut, Sumedang, Majalengka), Jawa Tengah (Kendal, Temanggung, Magelang, Demak, Klaten, Wonosobo), Jawa Timur (Probolinggo, Jember, Bojonegoro), dan Yogyakarta

f. Peramalan

Menurut Heizer dan Render (2006) dalam (Lisjiyanti, 2011), peramalan merupakan seni, ilmu untuk memperkirakan kejadian – kejadian di masa depan. Hal ini dilakukan dengan pengambilan data masa lalu dan menempatkan di masa depan dengan suatu model matematik atau prediksi intuisi yang bersifat subjektif atau menggunakan kombinasi suatu model matematik. Peramalan biasanya berdasarkan pada horizon waktu masa depan yang dicakupinya. Horizon waktu terbagi menjadi tiga kategori :

1. Peramalan jangka pendek

Peramalan jangka pendek mencakup jangka waktu hingga satu tahun akan tetapi umumnya kurang dari tiga bulan. Peramalan ini biasanya digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja maupun jumlah tenaga kerja, penugasan kerja dan tingkat populasi.

2. Peramalan jangka menengah

Peramalan jangka menengah atau intermediate mencakup hitungan bulanan hingga tiga tahun. Peramalan ini berguna untuk perencanaan dan anggaran produksi, anggaran kas dan menganalisis berbagai macam rencana operasi serta merencanakan penjualan.

3. Peramalan jangka panjang

Peramalan jangka panjang umumnya untuk perencanaan tiga tahun atau lebih. Peramalan ini biasanya digunakan untuk merencanakan suatu produk baru, pembelanjaan modal, lokasi (pengembangan fasilitas), serta penelitian dan pengembangan (litbang).

g. Artificial Neural Network

Artificial Neural Network atau jaringan syaraf tiruan merupakan suatu model kecerdasan dari struktur otak manusia dan diimplementasikan menggunakan suatu program computer yang dapat menyelesaikan berbagai proses perhitungan. ANN terdiri dari berbagai prosesor yang sederhana dan saling berhubungan yang disebut sebagai *neuron* (Kurniawansyah, 2018) yang berfungsi untuk memproses informasi. *Neuron* memiliki karakteristik yang sama dalam ANN, yaitu terdiri dari kelompok – kelompok yang disebut layer. *Neuron* dalam satu layer terhubung dengan layer – layer lain yang berdekatan. Kekuatan hubungan antar *neuron – neuron* yang berdekatan direpresentasikan dalam bobot atau kekuatan hubungan. Hal penting dalam mengembangkan sebuah model ANN yaitu penentuan bobot melalui pelatihan (*training*). Proses pelatihan

(*training*) merupakan proses mengubah bobot antar *neuron* – *neuron* sehingga sebuah jaringan mampu menyelesaikan sebuah persoalan (Dharma, Putera, & Ardana, 2017).



h. Konsep Dasar ANN

Setiap pola informasi input dan output di dalam jaringan syaraf tiruan diproses dalam *neuron*. *Neuron* tersebut terkumpul dalam sebuah lapisan yang disebut *neuron layers*. Lapisan penyusun jaringan syaraf tiruan tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu (Lesnussa, Latuconsina, & Persulesy, 2015):

1. Lapisan input (*Input Layer*)

Unit – unit dalam sebuah lapisan input disebut dengan unit – unit input. Dimana unit input tersebut menerima suatu pola data dari luar yang menunjukkan suatu permasalahan.

2. Lapisan tersembunyi (*Hidden Layer*)

Unit – unit dalam sebuah lapisan tersembunyi disebut dengan unit – unit tersembunyi (*hidden*). Dimana outputnya tidak dapat diamati secara langsung

3. Lapisan output

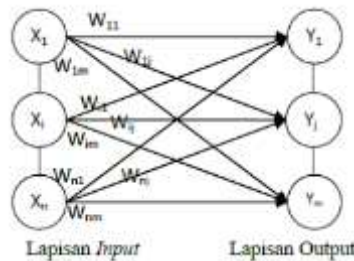
Unit – unit dalam sebuah lapisan output disebut dengan unit – unit output. Dimana output dari lapisan ini merupakan sebuah solusi jaringan syaraf tiruan terhadap sebuah permasalahan.

i. Arsitektur ANN

Berdasarkan arsitekturnya, model *Artificial Neural Network* dibagi menjadi tiga, yaitu (Maru'ao, 2010):

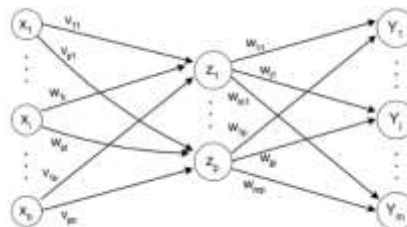
1. Jaringan Layar Tunggal (*Single Layer Network*)

Kumpulan masukan *neuron* dihubungkan secara langsung dengan kumpulan keluarannya. Sinyal mengalir searah dari lapisan masukan sampai lapisan keluaran. Setiap simpul dihubungkan dengan simpul – simpul yang ada di atas maupun dibawahnya, tetapi tidak pada simpul yang berada di lapisan yang sama. Model yang termasuk dalam kategori ini yaitu: ADALINE, Perceptron, LVQ, Hopfield, dan lain – lain. Pada gambar dibawah ini arsitektur *single layer network* dengan n buah input (x_1, x_2, \dots, x_n) dan m buah outputnya (y_1, y_2, \dots, y_m).



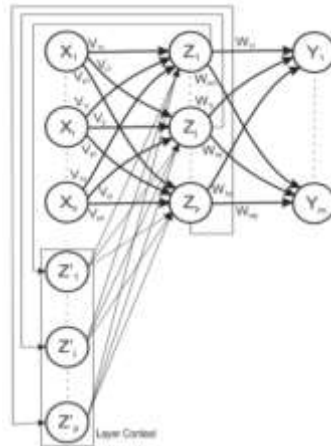
2. Jaringan Syaraf Jamak (*Multiple Layer Network*)

Jaringan ini merupakan suatu perluasan dari jaringan syaraf tunggal. Di dalam jaringan ini, terdapat unit – unit lain selain unit masukan dan unit keluaran yang disebut dengan *layer tersembunyi* (*hidden layer*). Model yang termasuk pada jaringan syaraf jamak ini antara lain: MADALINE dan backpropagation. Pada gambar di bawah ini arsitektur jaringan syaraf jamak dengan n buah unit input (x_1, x_2, \dots, x_n), sebuah *layer tersembunyi* terdiri dari m buah unit (z_1, z_2, \dots, z_m) dan 1 unit keluaran.



3. Jaringan *Recurrent*

Model jaringan ini mirip dengan jaringan tunggal maupun jamak. Hanya saja, terdapat simpul keluaran yang memberikan sinyal pada unit input (sering disebut dengan *feedback loop*). Dengan maksud lain sinyal mengalir ke dua arah, yaitu maju dan mundur. Contoh: Hopfield network, Jordan network, dan Elmal Network.

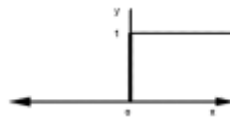


j. Fungsi Aktivasi

Sebagian fungsi aktivasi sering digunakan dalam metode jaringan syaraf tiruan, antara lain (Putra, Nurcahyo, & Santony, 2018):

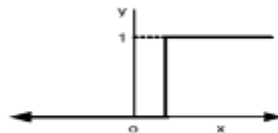
1. Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi ini dapat digunakan untuk jaringan syaraf tiruan yang dilatih menggunakan algoritma *backpropagation*. Fungsi sigmoid memiliki nilai range 0 sampai 1. Oleh sebab itu, fungsi sigmoid ini sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan yang membutuhkan nilai keluaran (output) yang terletak di interval 0 sampai 1. Akan tetapi, fungsi ini bisa digunakan oleh JST yang nilai outputnya 0 atau 1.



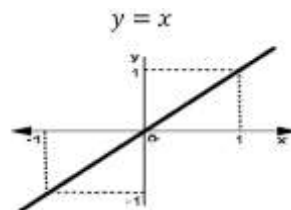
2. Fungsi Sigmoid Bipolar

Fungsi sigmoid bipolar hampir sama dengan sigmoid biner, hanya saja output dari fungsi ini terletak pada range 1 sampai -1.



3. Fungsi Linear (Identitas)

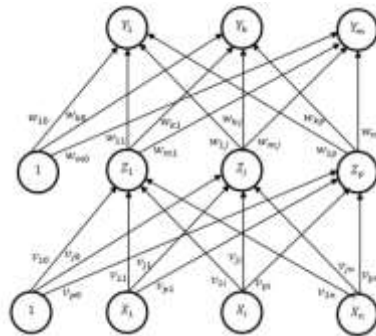
Fungsi ini memiliki nilai output yang sama dengan nilai inputnya. Fungsi linear dirumuskan sebagai berikut:



k. Backpropagation

Backpropagation adalah metode sistematis yang digunakan untuk pelatihan *multilayer* jaringan syaraf tiruan. Jaringan ini merupakan algoritma yang sering digunakan untuk penyelesaian masalah yang rumit. *Backpropagation* memiliki dasar matematis yang cukup kuat serta dilatih dengan menggunakan suatu metode belajar terbimbing. Pada jaringan ini diberikan sepasang pola yang terdiri dari pola masukan dan yang diinginkan. Ketika suatu pola diberikan pada jaringan, bobot – bobot diubah agar memperkecil

perbedaan pola keluaran serta pola yang diinginkan. Latihan ini dilakukan secara berulang – ulang sehingga pola yang dikeluarkan jaringan memenuhi pola yang diinginkan. Jaringan *Backpropagation* terdiri dari tiga lapisan atau lebih, yaitu lapisan masukan (input) yang terdiri dari variabel sel syaraf, lapisan tersembunyi, dan lapisan output (Anwar, 2011).



1. Pelatihan Backpropagation

Pelatihan *Backpropagation* terdiri dari tiga fase. Fase pertama merupakan fase maju. Pola input dihitung maju mulai dari layar input hingga layar output menggunakan fungsi aktivasi yang telah ditentukan. Fase kedua yaitu fase mundur. Selisih antara output jaringan terhadap target yang diinginkan adalah kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasi mundur, dimulai dari garis yang berhubungan secara langsung dengan unit di layar output. Fase ketiga yaitu modifikasi bobot yang bertujuan untuk menurunkan tingkat kesalahan yang terjadi.

Pelatihan *backpropagation* meliputi tiga fase, yaitu (Maru'ao, 2010):

1. Fase 1, adalah propagasi maju

Selama propagasi maju, sinyal input ($= x_i$) dipropagasikan ke hidden layer menggunakan fungsi aktivasi yang telah ditentukan. Output dari setiap unit hidden layer ($= z_j$)tersebut kemudian dipropagasikan maju lagi ke hidden layer di atasnya menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Demikian seterusnya sampai menghasilkan output jaringan ($= y_k$). Selanjutnya, output jaringan ($= y_k$)akan dibandingkan dengan target yang harus dipenuhi ($= t_k$). Selisih $t_k - y_k$ merupakan kesalahan yang terjadi. Apabila kesalahan ini lebih kecil daripada batas toleransi yang ditentukan, maka iterasi akan dihentikan. Tapi apabila kesalahan masih lebih besar daripada batas toleransinya, maka bobot di setiap garis dalam jaringan akan diubah atau dimodifikasi yang bertujuan untuk mengurangi kesalahan – kesalahan yang terjadi.

2. Fase 2, adalah propagasi mundur

Berdasarkan kesalahan dari $t_k - y_k$, dihitung faktor δk ($k = 1,2, \dots, m$) yang digunakan untuk mendistribusikan kesalahan – kesalahan di unit y_k ke semua unit hidden yang terhubung secara langsung dengan y_k . δk juga digunakan untuk mengubah bobot garis yang secara langsung berhubungan dengan unit output.

Dengan cara yang sama, faktor δj dihitung di setiap unit *hidden layer* sebagai dasar perubahan bobot untuk semua garis yang berasal dari unit *hidden layer* di layar bawahnya. Demikian seterusnya sampai semua faktor δ di unit hidden yang berhubungan secara langsung dengan unit input dihitung.

3. Fase 3, adalah perubahan bobot

Setelah keseluruhan faktor δ dihitung, bobot dari semua garis dimodifikasi secara bersamaan. Perubahan bobot suatu garis didasarkan pada faktor δ_{neuron} di layar atasnya. Sebagai contoh, perubahan bobot suatu garis yang menuju ke layar output didasarkan atas δk yang ada pada unit output.

m. Pembelajaran Backpropagation

Salah satu bagian yang terpenting dari jaringan syaraf tiruan yaitu terjadinya proses pembelajaran. Tujuannya adalah melakukan pengaturan bobot – bobot pada jaringan syaraf, sehingga menghasilkan bobot akhir yang tepat dan sesuai dengan pola data yang sudah dilatih. Pembelajaran jaringan syaraf tiruan dapat dikelompokkan menjadi 3 (Puspitaningrum, 2006) dalam(Hadjaratie, 2011):

1. Pembelajaran Terawasi (*Supervised Learning*)

Dalam metode ini, pola yang diberikan pada jaringan syaraf tiruan telah diketahui outputnya. Selisih antara pola keluaran (output) yang dihasilkan dengan output target (yang dikehendaki) disebut error yang digunakan untuk mengoreksi bobot – bobot sehingga Jaringan syaraf tiruan mampu menghasilkan output (keluaran) yang mendekati pola target yang diketahui oleh JST.

2. Pembelajaran Yang Tak Terawasi (*Unsupervised Learning*)

Pada metode *unsupervised learning* tidak memerlukan target output. Metode ini tidak ditentukan oleh hasil yang diharapkan selama proses pembelajaran. Nilai pada bobot disusun dalam range tertentu tergantung nilai input yang diberikan. Tujuan proses pembelajaran ini adalah untuk mengelompokkan unit – unit yang serupa dalam suatu area tertentu. Biasanya metode ini cocok untuk pengelompokkan (klasifikasi) pola.

3. Pembelajaran Hibrida (*Hybrid Learning*)

Pembelajaran hibrida adalah kombinasi dari metode *supervised learning* dan metode *unsupervised learning*. Sebagian bobot – bobotnya ditentukan dari pembelajaran terawasi dan sebagian lainnya dari pembelajaran tak terawasi.

n. Algoritma *Levenberg Marquardt*

Metode ini dirancang menggunakan turunan kedua tanpa harus menghitung matriks Hessian melainkan dengan matriks Jacobian yang dapat dihitung dengan teknik *Backpropagation* standar yang lebih sederhana dibandingkan dengan menghitung matriks Hessian.

Metode *Levenberg-Marquardt* merupakan pengembangan dari algoritma *backpropagation* standar. Pada *backpropagation*, proses perubahan bobot menggunakan algoritma *negative gradient descent* secara langsung. Sedangkan *Levenberg-Marquardt* menggunakan pendekatan matriks Hessian (Rahmat, Setiawan, & Purnomo, 2006). Algoritma *Levenberg-Marquardt* digunakan karena mampu menghasilkan output yang lebih optimal, yaitu tingkat akurasi yang tinggi, jumlah epoch yang lebih sedikit untuk mencapai konvergensi, serta nilai MSE error yang kecil dan jumlah *hidden neuron* yang lebih sedikit dibandingkan *backpropagation* standar (Abraham, 2003) dalam ((Muslim, Dayawati, & Ciptasari, 2008))

Algoritma *Levenberg-Marquardt* adalah sebuah metode yang mengadopsi dua metode lain, yaitu *Newton* dan *Steepest Descent*. Pengadopsian tersebut ditujukan untuk mendapatkan metode yang memiliki kelebihan dari setiap metode. Metode *newton* memiliki kelebihan dalam kecepatan untuk mencapai titik optimum secara kuadratis, namun mempunyai kelemahan dalam hal operasi inverse matriks yang biasanya cenderung singular. Di sisi lain, metode *Steepest Descent* mempunyai kelebihan yaitu tidak adanya operasi inverse matriks. Akan tetapi memiliki kelemahan di kecepatannya dalam mencapai titik optimum (Prarizki, 2012).

3 Metodologi Penelitian

Pembagian data *training* dan data *testing* 80:20 dapat mempercepat pengujian dan mendapatkan nilai MSE terkecil (Sulistijanti, 2013). Untuk itu pada penelitian ini menggunakan data *training* 80% dari tahun 1975 – 2009 dan data *testing* 20% dari tahun 2010 - 2018.

Tahapan penelitian menggunakan Aloritma *Levenberg Marquardt* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Input dan Target Jaringan

Pengembangan model ANN ini dapat dimulai dengan menentukan pola masukan (input) dan targetnya. Masukan *Backpropagation* yang dipakai terdiri dari 1 data input dan 1 data output.

2. Pembagian Data

Setelah data dibagi menjadi data input dan target selanjutnya data dibagi menjadi 2 (dua) yaitu data *Training* dan data *Testing*, pembagian data *training* dan data *testing* 80:20 dapat mempercepat pengujian dan mendapatkan nilai MSE terkecil (Sulistijanti, 2013). Untuk itu pada penelitian ini menggunakan data *training* 80% dari tahun 1975-2009 dan data *testing* 20% dari tahun 2010-2018.

3. Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan agar keluaran jaringan sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan. Selain itu, normalisasi dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi dari hasil output serta memfasilitasi proses learning dari *neural network*. Data input dan target dinormalisasi sehingga keduanya memiliki mean =0 dan standar deviasi = 1.

4. Pembentukan Model *Levenberg Marquardt*

Arsitektur *neural network* secara umum terdiri atas lapisan masukan (input layer), lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan keluaran (output layer). Setiap lapisan memiliki jumlah neuron yang berbeda-beda. *Hidden layer* dari model akan terdiri dari satu lapisan (layer). Lapisan ini berisi beberapa neuron, yang mana jumlah neuron optimal pada *hidden layer* ini ditentukan dengan proses *trial and error* dalam kisaran 4 sampai 8 neuron untuk produksi tembakau dan 12 sampai 16 neuron untuk luas area tanam tembakau.

Fungsi aktivasi yang digunakan pada layer pertama adalah Logsig dan fungsi aktivasi kedua adalah fungsi linier (Purelin). Logsig merupakan fungsi aktivasi sigmoid biner yang digunakan untuk mengirimkan informasi dari *input layer* melalui bobot ke neuron pada *hidden layer*. Sedangkan purelin merupakan fungsi

aktivasi linear yang dipakai untuk menghasilkan nilai output dengan range yang sama dengan nilai inputnya. Neuron sigmoid sering digunakan untuk masalah pengenalan pola, sedangkan neuron linear digunakan untuk fungsi pencocokan masa lalu. Fungsi aktivasi yang digunakan dalam proses pelatihan jaringan adalah *trainlm*. *Trainlm* adalah fungsi pelatihan jaringan yang memperbarui nilai bobot dan bias menurut algoritma *Levenberg Marquardt*.

5. Pelatihan Jaringan

Setelah model terbentuk, tahap selanjutnya adalah tahap pelatihan dengan menggunakan data *Training*. Pada proses pelatihan digunakan data sebanyak 34 entri sebagai variabel input dan variabel target untuk masing-masing produksi dan luas area tanam tembakau. Pada proses pelatihan dilakukan uji coba terhadap neuron *hidden layer* yang dimulai dari 4 hingga 8 neuron untuk produksi tembakau dan 12 hingga 16 neuron untuk luas area tanam tembakau.

6. Simulasi *Training*

Proses simulasi dilakukan setelah pelatihan pada jaringan yang dibangun. Simulasi bertujuan untuk menghasilkan output jaringan dari model jaringan dan input matriks.

7. Denormalisasi data *Training*

Nilai output yang dihasilkan pada proses simulasi adalah nilai dari data yang telah dinormalisasi pada langkah awal. Oleh karena itu perlu untuk melakukan denormalisasi dari nilai output. Proses ini disebut juga *postprocessing*.

8. Pengujian Jaringan

Setelah melakukan proses *Training*, selanjutnya dilakukan proses *Testing*. Data yang digunakan dalam pengujian juga perlu dinormalisasikan.

9. Simulasi *Testing*

Setelah melakukan proses normalisasi pada data *Testing* selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan jaringan yang telah didapat pada proses *Training* untuk menghasilkan output yang diinginkan.

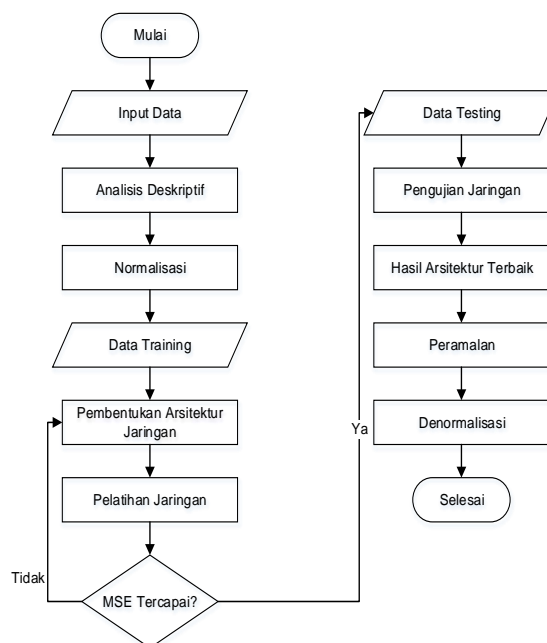
10. Denormalisasi data *Testing*

Sama seperti proses *Training*, output pada *Testing* juga perlu di denormalisasi untuk mendapatkan nilai aslinya.

11. Peramalan periode kedepan

Setelah diperoleh model arsitektur *Levenberg Marquardt* terbaik maka langkah selanjutnya adalah meramalkan atau memprediksi data kedepannya.

Alur Penelitian

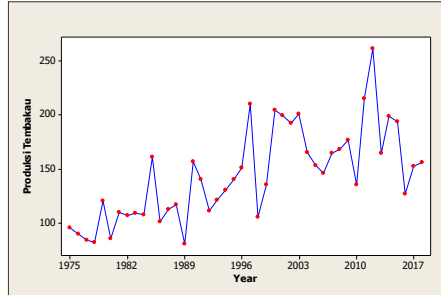


4 Hasil dan Pembahasan

a. Analisis Deskriptif

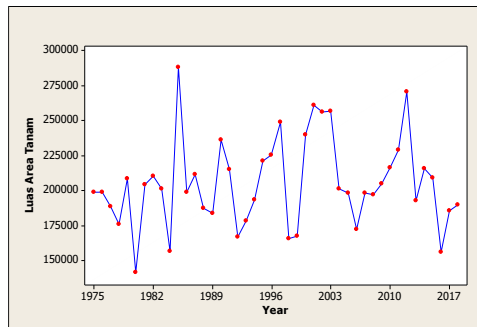
Untuk mengetahui gambaran umum produksi dan luas area tanam tembakau di Indonesia, penulis menggunakan grafik. Dari hasil analisis deskriptif dihasilkan gambaran tentang keadaan produksi dan luas area tanam tembakau di Indonesia dari tahun 1975 sampai dengan tahun 2018. Untuk mengetahui gambaran umum produksi dan luas area tanam tembakau di Indonesia tahun 1975 – 2018 dapat dilihat pada grafik di bawah ini:

a. Produksi Tembakau



Selama periode 1975 – 2018 produksi tembakau terbesar terjadi pada tahun 2012 dengan jumlah produksi 260.818 ton. Sedangkan produksi terendah terjadi pada tahun 1989 dengan jumlah produksi sebesar 80.979 ton.

b. Luas Area Tanam



Selama periode 1975 – 2018 luas area tanam terbesar terjadi pada tahun 1985 dengan luas lahan 288.118 Ha. Sedangkan luas lahan terendah terjadi pada tahun 1980 dengan luas lahan 141.225 Ha.

b. Algoritma Levenberg Marquardt

Untuk membangun jaringan yang akan digunakan untuk meramalkan produksi tembakau di Indonesia digunakan perintah *newff*. Dalam algoritma *Levenberg Marquardt* digunakan fungsi aktivasi *logsig* untuk lapisan tersembunyi dan lapisan output. sedangkan fungsi pembelajaran menggunakan fungsi *trainlm*.

Data dibagi menjadi 2, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* diambil dari tahun 1975 – 2009 sebanyak 35 data, sedangkan data *testing* diambil dari tahun 2010 – 2018 sebanyak 9 data. Selanjutnya data dilatih dengan *backpropagation* menggunakan algoritma *Levenberg Marquardt* (*trainlm*). Dalam proses ini peneliti menggunakan Software MatlabR2013a.

1. Produksi Tembakau

Pelatihan ini dilakukan dengan menentukan *inputlayer* 1 unit dilakukan uji coba sebanyak 4 sampai 8 unit *hidden layer* dan menghasilkan *output* 1 unit dengan menggunakan perintah pelatihan *trainlm*. Dalam proses ini peneliti menggunakan Software MatlabR2013a.

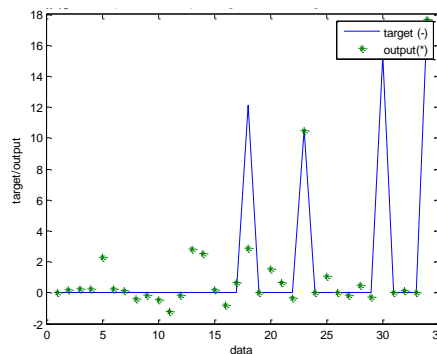
Hidden Layer	MSE	
	Training	Testing
4	0,189	0,9304
5	0,189	0,9304

6	0,153	0,7566
7	0,000998	0,9981
8	0,000967	1,0090

Dari hasil pelatihan data *training* dan *testing* pada produksi tembakau di Indonesia diatas, dengan percobaan 4 sampai 8 hidden layer. Nilai MSE *training* sebesar 0,153 dan *testing* sebesar 0,7566. Sehingga model yang diperoleh adalah 1-6-1.

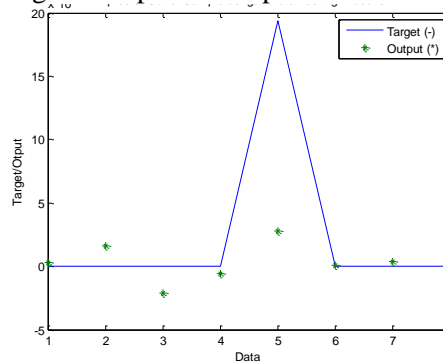
a. Hasil *training*

Dengan jumlah data yang digunakan untuk proses pelatihan sebanyak 34 data dan didapat nilai MSE *training* sebesar 0,153. Secara grafik dapat dilihat pada:



b. Hasil *testing*

Dengan jumlah data yang digunakan untuk proses pengujian sebanyak 8 data dan didapat nilai MSE *testing* sebesar 0,7566. Secara grafik dapat dilihat pada:



2. Luas Area Tanam Tembakau

Pelatihan ini dilakukan dengan menentukan *input layer* 1 unit dilakukan uji coba sebanyak 12 sampai 16 unit *hidden layer* dan menghasilkan *output* 1 unit dengan menggunakan perintah pelatihan *trainlm*. Dalam proses ini peneliti menggunakan Software MatlabR2013a.

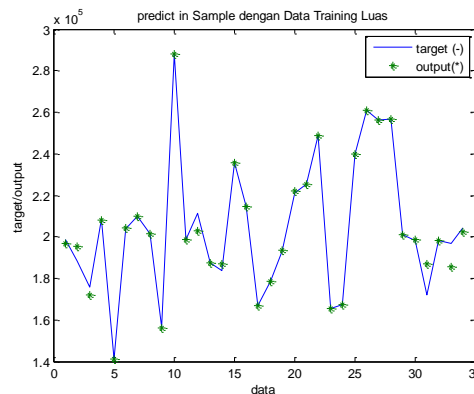
Hidden Layer	MSE	
	Training	Testing
12	0,166	2,1122
13	0,102	2,3160
14	0,0551	1,7647
15	0,0139	2,2716

16	0,102	1,3976
----	-------	--------

Dari hasil pelatihan data *training* dan *testing* pada luas area tanam tembakau di Indonesia diatas, dengan percobaan 12 sampai 16 hidden. Nilai MSE *training* sebesar 0,102 dan *testing* sebesar 1,3976. Sehingga model yang diperoleh adalah 1-16-1.

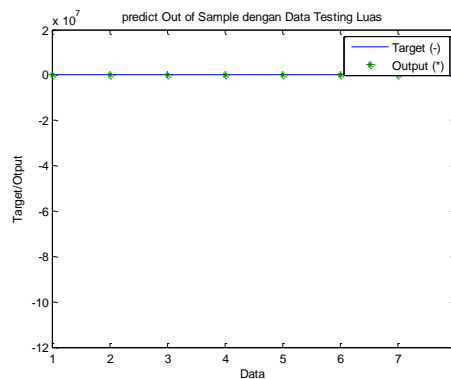
a. Hasil *training*

Dengan jumlah data yang digunakan untuk proses pelatihan sebanyak 34 data dan didapat nilai MSE *training* sebesar 0,102. Secara grafik dapat dilihat pada:



b. Hasil *testing*

Dengan jumlah data yang digunakan untuk proses pengujian sebanyak 8 data dan didapat nilai MSE *testing* sebesar 1,3976. Secara grafik dapat dilihat pada:



c. Peramalan

Berdasarkan uraian sebelumnya, telah ditunjukkan bahwa model terbaik yang sesuai dengan data produksi tembakau di Indonesia dalam jangka waktu 1975 sampai 2018 adalah model 1-6-1. Sedangkan model terbaik yang sesuai dengan data luas area tanamtembakau di Indonesia dalam jangka waktu 1975 sampai 2018 adalah model 1-16-1. Setelah memperoleh model maka langkah selanjutnya adalah meramalkan produksi tembakau dan luas area tanam tembakau di Indonesia 2019. Dengan menggunakan bantuan Software Matlab R2013a diperoleh nilai peramalannya. Berikut tabel hasil peramalannya:

Tahun	Produksi/ton	Luas Area/Ha
2019	160.240	190.000
2020	209.330	250.000
2021	276.360	270.000
2022	220.000	250.000
2023	150.580	210.000
2024	123.300	180.000
2025	150.610	220.000

2026	113.960	173.000
------	---------	---------

Dari hasil peramalan tahun 2019 sampai 2026 diatas, dapat dilihat bahwa setiap luas area tanam tembakau menurun diikuti dengan penurunan produksi tembakau. Dan setiap kenaikan luas area tanam tembakau diikuti dengan kenaikan produksi tembakau.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Selama tahun 1975-2018 produksi tembakau terbesar terjadi pada tahun 2012 dengan jumlah produksi 260,818 ton. Sedangkan produksi terendah terjadi pada tahun 1989 dengan jumlah produksi sebesar 80,979 ton. Dan luas area tanam terbesar terjadi pada tahun 1985 dengan luas lahan 288.118 Ha. Sedangkan luas lahan terendah terjadi pada tahun 1980 dengan luas lahan 141.225 Ha.
2. Dari hasil pemilihan model terbaik dengan algoritma *Levenberg Marquardt* pada produksi tembakau di Indonesia dari tahun 1975-2018 diperoleh model 1-6-1, dengan nilai MSE *training* sebesar 0.153 dan *testing* sebesar 0.7566. Sedangkan pada luas area tanam tembakau di Indonesia diperoleh model 1-16-1, dengan nilai MSE *training* terkecil sebesar 0,102 dan *testing* sebesar 1,3976.
3. Setelah memperoleh model terbaik maka langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan. Hasil peramalan yang diperoleh dalam produksi tembakau di Indonesia tahun 2019 sebesar 160.240 ton dan peramalan pada luas area tanam tembakau di Indonesia sebesar 190.000 Ha

Daftar Pustaka

- Anwar, B. (2011). Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dalam Memprediksi Tingkat Suku Bunga Bank, *10*(2), 111–123.
- Dharma, S., Putera, A., & Ardana, P. D. H. (2017). Artificial Neural Networks Untuk Permodelan Curah Hujan- Limpasan Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Di Pulau Bali, (January 2011).
- Hadjaratie, L. (2011). Jaringan Saraf Tiruan Untuk Prediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa Diploma Program Studi Manajemen Informatika.
- Handaka, R. D. (2018). Analisis Penerapan Piggybacking Tax Pada Penerimaan Cukai Hasil Tembakau.
- Hidayati, I. W. N. (2017). Analisis Pengaruh Luas Lahan, Jumlah Produksi, dan Biaya Produksi Terhadap Pendapatan Petani Padi di Kecamatan Delanggu Kabupaten Klaten (Studi Kasus di Desa Sribit). *E-Jurnal EP Unud* 2(5), 1–17.
- Indayani, E. F. (2009). Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Dengan Mnggunakan Metode Box - Jenkins.
- Kartikasari, D. (2011). *Pengaruh luas lahan, modal, dan tenaga kerja terhadap hasil produksi padi di kecamatan keling kabupaten jepara.*
- Kurniawan, A. (2012). Peramalan Awal Musim Hujan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Levenberg - Marquardt, *2012*(Snati), 15–16.
- Kurniawansyah, A. S. (2018). Implementasi Metode Artificial Neural Network Dalam Memprediksi Hasil Ujian Kompetensi Kebidanan, *V*.
- 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), *11*(2), 149–160.

- Lisjiyanti, A. D. (2011). Analisis Peramalan Penjualan Tahu Kita Pada PT.KITAGAMA, Jakarta.
- Maru'ao, Di. O. (2010). Neural Network Implementation in Foreign Exchange Kurs Prediction Pendahuluan.
- Muin, M. (2017). Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Hasil Produksi Merica Di Desa Era Baru Kecamatan Tellulimpoe Kabupaten Sinjai, 5(2), 203–214.
- Muslim, Dayawati, R. N., & Ciptasari, R. W. (2008). Prediksi Penjuruan Siswa SMA Menggunakan LMBP(Levenberg Marquardt Backpropagation).
- Nainggolan, S. (2010). Perbandingan Metode Marquardt Compromise Dan Metode Gauss Newton Dalam Penaksiran Parameter Regresi Nonlinier.
- Parwati, N. N. D., Vipriayanti, N. U., & Tariningsih, D. (2017). Strategi pengembangan tanaman tembakau di subak abian geluwung, kabupaten karangasem bali, 7(13), 66–7Prarizki, R. (2012). Karakteristik Metode Pembelajaran Levenberg - Marquardt Pada Jaringan Saraf Tunggal Dan Ensemble Neural Network.
- Purwaningsih, E. (2016). Seleksi Mobil Berdasarkan Fitur Dengan Komparasi Metode Klasifikasi Neural Network, Support Vector Machine, Dan Algoritma C4.5, (2), 153–160.
- Putra, K. O., Nurcahyo, G. W., & Santony, J. (2018). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Volume Pemakaian Air Dengan Metode Backpropagation, 2(01), 86–96.
- Rachman, A. H. (2007). Status pertembakauan nasional.
- Rachmat, M. (2010). Pengembangan Ekonomi Tembakau Nasional: Kebijakan Negara Maju Dan Pembelajaran Bagi Indonesia, 67–83.
- Rahmat, Setiawan, R., & Purnomo, M. H. (2006). Perbandingan Algoritma Levenberg-Marquardt dengan Metoda Backpropagation pada Proses Learning Jaringan Saraf Tiruan untuk Pengenalan Pola Sinyal ..., (December 2015).
- Rampai, B. (2014). *Fakta Tembakau Dan Permasalahannya Di Indonesia*.
- Rofiuddin, M., & Widayati, T. (2018). Pengolahan Tembakau Dan Pembangunan Ekonomi Di Kabupaten Pamekasan. *Media Ekonomi Dan Manajemen*, 33(1), 40–50. <https://doi.org/10.24856/mem.v33i1.561>
- Roring, C., Kawung, G. M. V., & Wauran, P. C. (2019). Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Produksi Petani Bunga Di Kota TOMOHON, 19(01), 78–87.
- Safitri, T., Dwidayati, N., & Sugiman. (2017). Perbandingan Peramalan Menggunakan Metode Eksponential Smoothing Holt-Winters Dan ARIMA, 6(1), 48–58.
- Sari, D. M. (2008). Peramalan Harga dan Produksi Tembakau Di Indonesia, 1–86.
- Setyawan, E., Subantoro, R., & Prabowo, R. (2016). Analisis peramalan. *Analisis Peramalan (Forecasting)*, 12(2), 11–19.
- Sulistijanti, W. (2013). Peramalan Curah Hujan Wilayah Semarang Barat Dengan Algoritma Resilient Backpropagation, 6(Vi).
- Sumarno, E. (2016). Pelestarian Dan Perlindungan Tembakau Deli, 3(3), 187–205.
- Sunarauw, S. J. A. (2016). Algoritma Pelatihan Levenberg-Marquardt Backpropagation Artificial Neural Network Untuk Data Time Series, 213–222.
- Sunaryo, T. (2013). *Kretek Pusaka Nusantara*.
- Wijayanti, D. T., & Pulungan, R. (2014). RBF and ARIMA Combined for Time Series Forecasting, (January).

- Wungguli, D., Silalahi, B. P., & Guritman, S. (n.d.). Metode Steepest Descent Dengan Ukuran Langkah Baru Untuk Pengoptimuman Nirkendala, 1–10.
- Wuryandari, M. D., & Afriyanto, I. (2012). Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah.
- Zhang, G. P. (2003). Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model, *50*, 159–175.
- Zhang, G. P., Patuwo, B. E., & Hu, M. Y. (2001). A simulation study of artificial neural networks for nonlinear time-series forecasting, *28*.