

## APLIKASI PREDIKSI PRODUKSI PADI MENGGUNAKAN REGRESI INTERVAL DENGAN NEURAL FUZZY DI KABUPATEN KUBU RAYA

<sup>[1]</sup> Kurniati Asih, <sup>[2]</sup> Fatma Agus Setyaningsih, <sup>[3]</sup> Dwi Marisa Midyanti

<sup>[1],[2],[3]</sup> Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadiri Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail

<sup>[1]</sup>kurniatiasih@student.untan.ac.id, <sup>[2]</sup> fatmasetyaningsih@siskom.untan.ac.id,

<sup>[3]</sup>dwi.marisa@siskom.untan.ac.id

### Abstrak

*Paddy (oryza sativa) was a basic foodstuff that was vital for people of Indonesia. The amount of rice production at a time can not be calculated exactly, so it was necessary to predict rice production in order to provided rice to achieve endurance and food self-sufficiency. This research aimed to make prediction system of rice production in january-april period, may-august period, and september-december period using interval regression with neuro fuzzy in Kubu Raya regency. The interval regression method was based on backpropagation network which there are two separately trained backproagation networks, one model to find out the lower bound and one model to find out the upper bound. Based on the results of the training and testing phase, the best network result were obtained by 4 input layer neurons, 3 hidden layer neurons and 1 output layer neuron using minimum error parameter 0,00001 and maximum epoch 100000. The results showed that MSE BPN- for period 1 training with lr 0.09 of 0,064722 and MSE BPN+ of 0,030644; Period 2 with Ir 0.09 results of MSE BPN- 0,141674 and MSE BPN+ of 0,179612, and period 3 with Ir 0.09 results of MSE BPN- of 0,025324 and MSE BPN+ of 0,036961. The mean deviation of the interval between the lower limit with the actual value on the test data was 4.369,2 (BPN-), while the interval deviation between the upper limit with the actual value on the test data was 19.744,3 (BPN+).*

*Keywords: oryza sativa, prediction, interval regression, neural fuzzy*

### 1. PENDAHULUAN

Padi (*oryza sativa*) adalah tanaman pangan berupa rumput berumpun yang banyak ditanam di Indonesia. Berdasarkan sistem budidayanya, padi dibedakan dalam dua tipe, yaitu padi kering (gogo) yang ditanam dilahan kering/ladang dan padi sawah yang ditanam disawah yang selalu tergenang air [1].

Makanan pokok masyarakat Indonesia adalah nasi. Nasi yang dikonsumsi diperoleh dari olahan padi yang menjadi beras. Sebagai bahan baku pangan pokok, padi tidak bisa diproduksi setiap hari sedangkan keberadaannya vital bagi keberlangsungan hidup manusia. Dalam proses produksi padi faktor luas panen, luas tanam, curah hujan dan produktivitas berperan sangat penting. Jika intensitas curah hujan sangat rendah maka mengakibatkan kekeringan dan sebaliknya jika

intensitas curah hujan sangat tinggi maka mengakibatkan banjir sehingga petani bisa gagal panen, kemudian luas tanam menyempit mengakibatkan produksi padi akan mengalami kerawanan pangan seperti berkurangnya ketersediaan beras, harga beras mengalami kenaikan dan tingginya permintaan *import* beras.

Pada penelitian sebelumnya oleh Sri Kusumadewi yang berjudul “ Aplikasi *Neural Fuzzy* pada Regresi Interval untuk Data *Times Series* [2]. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa MSE untuk data pelatihan sebesar 0,0032 (untuk BPN+) dan 0,0037 (untuk BPN-) sedangkan mean interval antara batas atas dengan nilai aktual data pelatihan sebesar 3,3246 (BPN+) dan 3,3834 (BPN-), serta untuk data pengujian sebesar 2,2799 (BPN+) dan 4,937 (BPN-). Artinya bahwa

untuk mendapatkan batas atas dan batas bawah interval ini berhasil dimodelkan dengan baik oleh sistem.

Dalam penelitian tentang produksi padi guna meminimalisir masalah kerawanan pangan di kabupaten Kubu raya maka dibutuhkan suatu solusi dengan melakukan prediksi produksi padi di Kabupaten Kubu Raya. Sistem yang dibangun ini untuk melakukan prediksi produksi padi pada periode januari – april, periode mei – agustus, dan periode september – desember dengan metode regresi interval dengan *neural fuzzy*.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Logika Fuzzy

*Fuzzy* diartikan sebagai samar-samar atau kabur, dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1, artinya bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “ Ya dan Tidak” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekpresikan menggunakan bahasa, misalnya besaran variabel temperatur diekpresikan dengan sangat dingin, sejuk, panas dan sangat panas, disinilah logika *fuzzy* menunjukan sejauh mana suatu nilai itu salah dan benar. Logika *fuzzy* merupakan sistem *inferensi* yang mampu menarik kesimpulan dari sejumlah data yang memiliki ketidakpastian, *fuzzy* yaitu data yang bersifat kabur atau tidak dapat dinyatakan secara pasti. Data dinyatakan memiliki ketidakpastian *fuzzy* jika data tersebut tidak dapat dinyatakan dalam kondisi “ya” atau “tidak”, namun dapat berada dikondisi antara “ya” atau “tidak” [3].

### 2.2 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Network*) merupakan salah satu representasi buatan otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses pembelajaran [4]. Jaringan syaraf terdiri dari beberapa neuron dan ada hubungan antara neuron-neuron tersebut. Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang

diterimanya melalui sambungan keluarannya menuju ke neuron-neuron yang lain. Pada jaringan syaraf, hubungan ini dikenal dengan nama bobot [5]. JST memiliki kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang bersifat pengalaman dan membuatnya siap untuk digunakan. Ada tiga elemen penting dalam JST yaitu [6]:

1. Arsitektur jaringan beserta pola hubungan antar neuron.
2. Algoritma pembelajaran yang digunakan untuk menemukan bobot-bobot jaringan.
3. Fungsi aktivasi yang digunakan.

### 2.3 Neural Fuzzy System

*Neural Fuzzy System* (NFS) dirancang untuk merealisasikan proses penalaran *fuzzy*, dimana bobot - bobot yang terhubung pada jaringan tersebut berhubungan dengan parameter - parameter penalaran *fuzzy*. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran *backpropagation*, NFS dapat mengidentifikasi aturan-aturan *fuzzy* dan melatih fungsi keanggotaan dari penalaran *fuzzy* tersebut. Pada NFS, perancangan jaringan syaraf tiruan dipandu oleh formalisme logika *fuzzy*, dimana perancangan jaringan syaraf tiruan tersebut digunakan untuk mengimplementasi logika *fuzzy*, *fuzzy decision making* dan juga digunakan untuk merepresentasikan fungsi keanggotaan yang merepresentasikan himpunan *fuzzy* [7].

### 2.4 Model Regresi Interval Dengan Neural Fuzzy

Model regresi telah terbukti telah memiliki kehandalan untuk menyelesaikan masalah interpolasi dan ekstrapolasi. Suatu nilai tegas  $y$  diperoleh sebagai fungsi dari  $x$ ,  $y = f(x)$  dan nilai  $y$  bukan nilai eksak, dengan kata lain terdapat toleransi *error* antara nilai  $y$  sebagai fungsi dari  $x$  yang mana nilai aktual yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan. Untuk mengakomodasi hal ini dapat dibuat suatu interval “kebolehan” yang mana keberadaan data hasil regresi dalam interval tersebut masih diperbolehkan (mendapat toleransi). Interval ini dapat direpresentasikan dengan memberikan nilai koefisien regresi sebagai bilangan *fuzzy*. Misalkan diberikan pasangan *input – output*  $(X_k, d_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$  dengan  $X_k = (X_{k1}, X_{k2},$

...,  $Xkn$ ). Model regresi *fuzzy* pada pola ke-k direpresentasikan sebagai [8]:

$$Y(Xk) = A0 + A1Xk1 + \dots + AnXkn \quad (1)$$

dengan  $Ai$  adalah bilangan *fuzzy*. Oleh karena itu, nilai estimasi *output*  $Y(xk)$  juga merupakan bilangan *fuzzy*. Analisis regresi *fuzzy* dapat disederhanakan menjadi analisis regresi interval dimana model regresi interval nantinya akan dibentuk.

Konsep dasar dari analisis regresi interval yang didasarkan pada jaringan *backpropagation*, diperkenalkan oleh Ishibuchi dan Tanaka pada tahun 1992. Model tersebut menggunakan 2 jaringan *backpropagation*. Satu jaringan digunakan untuk batas atas interval, sedangkan satu jaringan lainnya digunakan untuk batas bawah interval data. Kedua jaringan tersebut dilatih secara terpisah. Misalkan  $g^+(xk)$  dan  $g^-(xk)$  adalah keluran dari kedua jaringan *backpropagation* tersebut ( $BPN^+$  dan  $BPN^-$ ) yang berhubungan dengan masukan vektor  $xk$ , dimana setiap jaringan memiliki  $n$  neuron pada lapisan keluaran. Proses pembelajaran dilakukan terhadap ke dua jaringan ( $BPN^+$  dan  $BPN^-$ ) untuk mendapatkan keluaran jaringan  $g^+(xk)$  dan  $g^-(xk)$  yang berkaitan dengan kondisi sebagai berikut:

$$g^-(x) \leq dk \leq g^+(x), \quad k = 1, 2, \dots, p \quad (2)$$

Pada proses pembelajaran  $BPN^+$  fungsi biaya yang digunakan adalah :

$$E = \sum_{k=1}^p E_k = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^p \alpha_k [d_k - g^+(X_k)]^2 \quad (3)$$

Dengan  $\alpha_k$  diberikan sebagai berikut:

$$\alpha_k = \begin{cases} 1; & d_k >> g^+(x_k) \\ \alpha; & d_k \leq g^+(x_k) \end{cases} \quad (4)$$

dengan  $\alpha$  adalah bilangan positif yang cukup kecil pada interval (0, 1). Nilai  $\alpha$  ini dapat diberikan dengan menggunakan fungsi penurunan, sebagai:

$$\alpha(t) = \frac{1}{(1 + (\frac{t}{2000})^3)} \quad (5)$$

dengan  $t$  adalah iterasi ke.

Aturan pembelajaran *backpropagation* dengan 3 lapisan (1 lapisan *input*, 1 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan *output*) dan fungsi aktivasi sigmoid, digunakan untuk mendapatkan bobot-bobot  $w_j$  (bobot antara lapisan tersembunyi dengan lapisan *output*) dan  $w_{ji}$  (bobot antara lapisan *input* dengan lapisan tersembunyi) pada jaringan  $BPN^+$ , perbaikan bobot dilakukan sebagai berikut.

$$\Delta w_j = \eta \left( -\frac{\partial E_k}{\partial w_j} \right) = \eta \delta_k \quad (6)$$

$$\Delta w_{ji} = \eta \left( -\frac{\partial E_k}{\partial w_{ji}} \right) = \eta \delta_k y_{ki} \quad (7)$$

Dengan

$$\delta_k = \alpha_k (d_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (8)$$

$$\delta_{kj} = y_{kj} (1 - y_{kj}) \delta_k w_j \quad (9)$$

$y_k = g^+(x_k)$  adalah *output* jaringan, dan  $y_{kj}$  adalah *output* neuron ke- $j$  pada lapisan tersembunyi untuk *input*  $x_k$ .

Dengan cara yang sama, pembelajaran juga dilakukan pada jaringan  $BPN^-$  untuk mendapatkan *output* jaringan  $g^-(x_k)$ . Fungsi biaya yang digunakan untuk pembelajaran ini seperti terlihat pada persamaan 3, dengan  $\alpha_k$  diberikan sebagai berikut:

$$\alpha_k = \begin{cases} \alpha; & d_k \geq g^-(x_k) \\ 1; & d_k < g^-(x_k) \end{cases} \quad (10)$$

dengan  $\alpha$  adalah bilangan positif yang cukup kecil pada interval (0, 1).

Dengan menggunakan kedua algoritma pembelajaran tersebut, dapat menentukan 2 fungsi,  $g^+(x)$  dan  $g^-(x)$  dimana  $g^-(x) \leq dk \leq g^+(x)$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$ . Dari sini, dapat diperoleh interval:

$$G(X) = [g^-(x), g^+(x)] \quad (11)$$

Karena  $g^+(x)$  dan  $g^-(x)$  diperoleh dari pembelajaran yang terpisah, maka sangat dimungkinkan  $g^+(x) < g^-(x)$ . Sehingga, jika hal tersebut terjadi, maka dapat dilakukan modifikasi pada interval tersebut sebagai berikut:

$$h^-(x) = \begin{cases} g^-(x); & g^-(x_k) \leq g^+(x) \\ \frac{1}{2}(g^-(x) + g^+(x)); & g^-(x_k) > g^+(x) \end{cases} \quad (12)$$

$$h^+(x) = \begin{cases} g^+(x); & g^-(x_k) \leq g^+(x) \\ \frac{1}{2}(g^-(x) + g^+(x)); & g^-(x_k) > g^+(x) \end{cases} \quad (13)$$

Dengan demikian, interval yang terjadi adalah:

$$G(X) = [h^-(x), h^+(x)] \quad (14)$$

## 2.5 Tanaman Padi

Padi ladang adalah budidaya padi dilahan kering, sumber air seluruhnya tergantung pada curah hujan. Oleh karena itu, untuk pertumbuhan yang baik, tanaman padi ladang membutuhkan curah hujan lebih dari 200mm perbulan selama tidak kurang lebih 3 bulan. Ciri khusus budidaya padi sawah adalah adanya penggenangan selama pertumbuhan tanaman. Budidaya padi sawah dilakukan pada tanah yang berstruktur lumpur. Oleh sebab itu, tanah yang ideal untuk sawah harus memiliki kandungan liat minimal 20 persen. Melakukan proses panen padi dilakukan pada umur yang tepat yaitu Umur padi antara 110 – 115 hari setelah tanam, menggunakan alat yang memenuhi persyaratan, kesehatan, serta menerapkan sistem panen yang tepat. Ketidaktepatan dalam pemanen padi mengakibatkan kehilangan hasil yang tinggi dan mutu hasil yang rendah. Pada tahap tingkat kehilangan hasil bisa mencapai 9.52% apabila pemanenan padi dilakukan tidak tepat. Pada prinsipnya secara panen dan pasaca panen padi hibrida tidak beda dengan padi biasa “inhibrida”, penentuan saat panen sangat berpengaruh terhadap kualitas gabah. Tanaman padi yang dipanen muda juga digiling akan menghasilkan banyak beras pecah. Untuk ciri-ciri tanaman padi yang siap untuk dipanen ialah[9]:

1. 95% butir-butir padi dan daun bendera sudah menguning.
2. Tangkai menunduk karena serat menanggung butir-butir padi yang bertambah berat.
3. Butir padi bila ditekan terasa keras dan berisi.
4. Peralatan panen dapat digunakan sabit bergerigi atau reaper dan dilaksanakan secara beregu. Hasil panen dimasukan kedalam karung kemudian dirontokkan denga pedal thresher atau power thresher.
5. Keterlambatan perontokan dan pengeringan akan mengakibatkan butir kuning.

## 3. METODE PENELITIAN

Langkah awal dalam penelitian ini adalah merumuskan masalah yang akan dijadikan objek dalam penelitian. Setelah

merumuskan permasalahan-permasalahan yang akan dihadapi selama penelitian kemudian melakukan studi literatur untuk menunjang proses penelitian, dilanjutkan dengan mengumpulkan data – data yang akan digunakan dalam penelitian yang diperoleh dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Barat, Dinas Pertanian dan Perternakan Kabupaten Kubu Raya dan Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat. Tahap selanjutnya menganalisa kebutuhan yang akan digunakan dalam penelitin. Setelah semua selesai dilaksanakan tahap berikutnya perancangan sistem, sistem yang sudah dibuat kemudian diimplementasikan dengan data yang sudah diperoleh setelah mendapatkan hasil dari pelatihan lanjut ketahap pengujian.

### 3.1 Metode Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data merupakan tahapan yang paling penting dalam penelitian dan dapat menunjang penelitian yang akan dilakukan. Sumber data yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari wawancara dan telaah literatur. Langkah berikutnya adalah menentukan ruang lingkup studi penelitian. Pada penelitian ini ruang lingkup studi meliputi Kabupaten Kubu Raya. Mengumpulkan data yang mempengaruhi produksi padi diperoleh dari hasil wawancara secara non formal atau tanya jawab secara *face to face*.

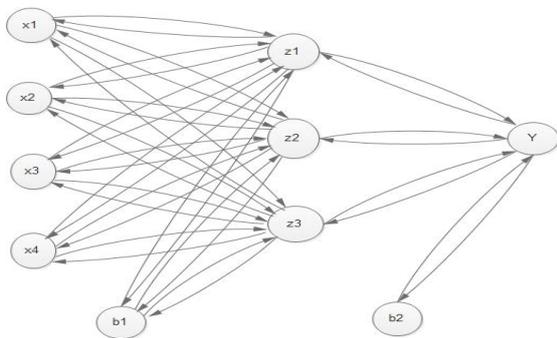
### 3.2 Analisa Kebutuhan Data

Menganalisa data masukan, proses dan hasil penelitian. Pada penelitian ini data yang didapat dari Kantor Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Barat, Dinas Pertanian dan Perternakan Kabupaten Kubu Raya dan Kantor Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat adalah data luas panen tiap 3 periode, data luas tanam tiap 3 periode, data produktivitas tiap 3 periode dan data produksi padi tiap 3 periode dan curah hujan tiap 3 periode. Data yang dikumpulkan akan dianalisa yaitu data dari tahun 2009 sampai 2016, lalu dilatih serta diuji dengan menggunakan metode Regresi Interval dengan *Neural Fuzzy*.

### 3.3 Arsitektur Jaringan

Arsitektur Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang digunakan adalah *multilayer network* yaitu menggunakan lebih

dari satu lapisan tersembunyi yang terletak diantara lapisan masukan dan lapisan keluaran. Sistem yang akan dibangun ini menggunakan satu lapisan tersembunyi yang diberi variabel Z, pada lapisan tersembunyi ini memiliki 3 neuron lapisan tersembunyi dengan fungsi aktivasi sigmoid biner. Arsitektur jaringan *backpropagation* pada sistem ini terdiri atas 4 neuron pada lapisan masukan yaitu  $X_1, X_2, X_3, X_4$  dan satu lapisan tersembunyi dengan 3 neuron yaitu  $Z_1, Z_2, Z_3$  serta 1 neuron pada lapisan keluaran yaitu Y dan  $b_1$  adalah bobot bias yang menuju ke lapisan pertama hingga ke lapisan ketiga pada lapisan tersembunyi serta  $b_2$  adalah bobot bias yang menghubungkan lapisan tersembunyi dengan lapisan keluaran. Arsitektur jaringan *backpropagation* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur *Backpropagation* Dengan 4 Neuron Masukan, 3 Neuron Lapisan Tersembunyi Dan 1 Neuron Keluaran.

Keterangan :

- $X_1 - X_4$  = Data masukan sistem
- $Z_1 - Z_3$  = Neuron lapisan tersembunyi
- Y = Keluaran sistem
- $b_1$  = Bobot bias yang menghubungkan lapisan
- $b_2$  = Bobot bias yang menghubungkan lapisan tersembunyi ke lapisan Keluaran.

### 3.4 Perancangan Pengolahan Data

Variabel masukan dan keluaran yang digunakan merupakan data dari suatu jangkauan waktu tertentu. Adapun variabel masukan dan keluaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang digunakan sebagai masukan pada sistem berupa 4 buah faktor yang mempengaruhi produksi padi dari tahun 2009 sampai dengan

tahun 2015 yaitu data luas panen, data luas tanam, data produktivitas dan rata-rata curah hujan dan data keluran yaitu data target produksi padi yang merupakan data produksi padi dari tahun 2010 sampai 2016. Data yang akan digunakan dalam sistem ini merupakan data dari 3 periode:

1. Periode januari – april
2. Periode mei – agustus
3. Periode september – desember

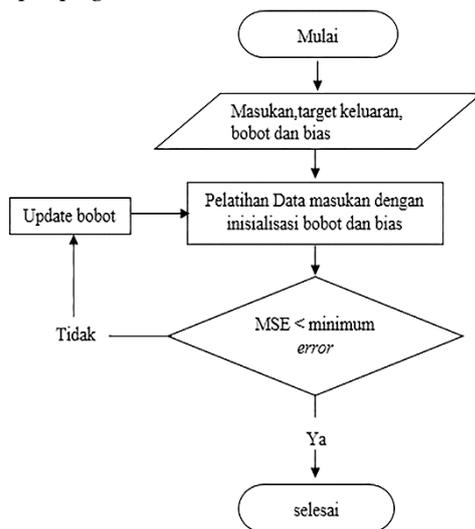
Pada penelitian prediksi produksi padi di Kabupaten Kubu Raya, metode yang digunakan adalah Regresi Interval dengan *Neural Fuzzy* sebagai metode prediksi. Dalam perhitungan terdapat dua proses yaitu:

1. Proses regresi interval dengan *neural Fuzzy*.
2. Proses perhitungan ketepatan prediksi.

Secara umum seluruh langkah-langkah dari proses prediksi produksi padi tiap 3 periode di Kabupaten Kubu Raya adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data produksi padi, data luas tanam, data curah hujan data luas panen dan data produktivitas dari tahun-tahun sebelumnya.
2. Selanjutnya dilakukan pembagian data menjadi 3 periode yaitu periode januari-april, periode mei-agustus dan periode september- desember. Setiap periode berisikan data masukan dan data keluaran. Data masukan berupa data luas panen, luas tanam, data curah hujan dan data produktivitas kemudian untuk data keluaran adalah data produksi padi.
3. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode regresi interval dengan *Neural Fuzzy*.
4. Lakukan pelatihan dengan menggunakan nilai laju pembelajaran dari 0,01 – 0,09. Hal ini dilakukan untuk mencari arsitektur terbaik.
5. Menghitung *error* dengan mencari nilai MSE terkecil dan melakukan perubahan bobot sampai mencapai minimum *error* yang telah ditetapkan.
6. Bobot – bobot yang diperoleh dari hasil pelatihan disimpan dan kemudian digunakan untuk proses pengujian.
7. Kemudian didapat hasil prediksi untuk satu tahun ke depan tiap 3 periode.

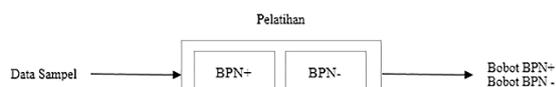
Gambar 2 menunjukkan diagram alir proses metode regresi interval dengan *neural fuzzy* dengan menggunakan algoritma *backpropagation*.



Gambar 2. Diagram Alir Metode Regresi Interval Dengan Algoritma *Backpropagation*.

### 3.5 Perancangan Prosedural

Perancangan prosedural merupakan perancangan alur proses penelitian yang digunakan untuk menggambarkan secara umum proses yang terjadi pada sistem. Gambar 3 menunjukkan alur proses pelatihan dan gambar 4. menunjukkan alur proses pengujian.



Gambar 3. Blok Diagram Pelatihan



Gambar 4. Blok Diagram Pengujian.

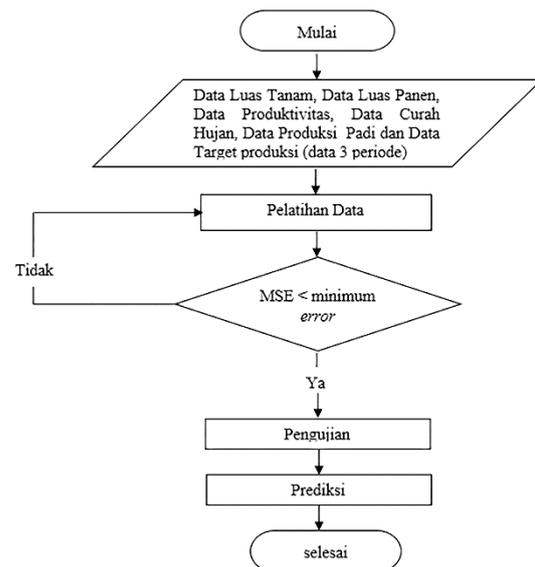
Keterangan :

- BPN + = Pelatihan menggunakan algoritma *Backpropagation* untuk mencari bobot pada batas atas interval.
- BPN- = Pelatihan menggunakan algoritma *Backpropagation* untuk mencari bobot pada batas bawah interval.
- Forward + = Pengujian menggunakan algoritma *feedforward* untuk data uji dengan bobot BPN +.

Forward - = Pengujian menggunakan algoritma *feedforward* untuk data uji dengan bobot BPN -.

### 3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan dibangun memiliki 3 tahapan utama, yaitu proses memasukan data, proses pelatihan dan pengujian sehingga didapatlah hasil keluaran akhir. Pada umumnya, sistem yang akan dibangun pada penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu, tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pertama yang dilakukan adalah tahap pelatihan, dimana dalam tahapan ini sistem akan melakukan pembelajaran dengan jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan algoritma *backpropagation* terhadap data – data masukan pelatihan yang sudah dinormalisasi terlebih dahulu. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid biner sehingga semua data luas panen, luas tanam, produktivitas, curah hujan dan produksi padi ini akan diubah menjadi nilai rentang 0 sampai dengan 1. Gambar 5 merupakan diagram alir sistem prediksi produksi padi 3 periode di kabupaten Kubu Raya Secara Keseluruhan.

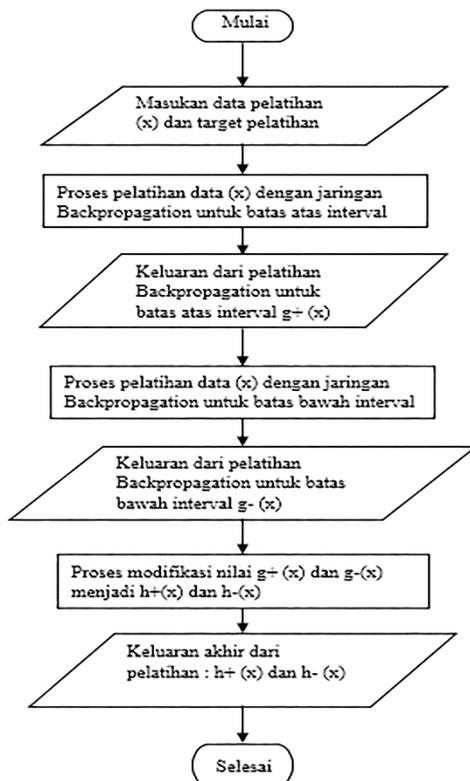


Gambar 5. Diagram Alir Sistem Prediksi Produksi Padi

### 3.7 Tahap Pelatihan

Tahap pelatihan pada sistem yang dibangun ini dilakukan dengan dua tahapan, yang pertama tahapan pelatihan untuk mencari batas atas interval dan tahapan kedua untuk mencari batas bawah interval.

Hal yang pertama dilakukan untuk mencari batas atas interval adalah menginisialisasi bobot, menentukan maksimum *epoch*, menentukan minimum *error* dan laju pembelajaran. Masuk ketahap alur maju atau *feedforward* untuk mulai tahap pelatihan kemudian dilanjutkan ke tahap *backpropagation*, dan menghitung MSE yang didapat, jika nilai *error* yang diperoleh lebih besar dari target *error* yang diinginkan maka proses pelatihan tersebut akan kembali pada tahap mengubah nilai bobot menggunakan algoritma *backpropagation* dan seterusnya sampai diperoleh nilai *error* yang lebih kecil dari target *error* yang diinginkan. Proses pelatihan ini akan berhenti jika maksimum *epoch* telah tercapai dan nilai *error* yang diperoleh lebih kecil dari target *error* yang diinginkan dan setelah tercapai untuk mencari batas atas interval akan dilanjutkan untuk mencari batas bawah interval. Langkah – langkah tersebut sama dilakukan untuk mencari batas bawah interval. Gambar 6 menunjukkan diagram alir tahap pelatihan.

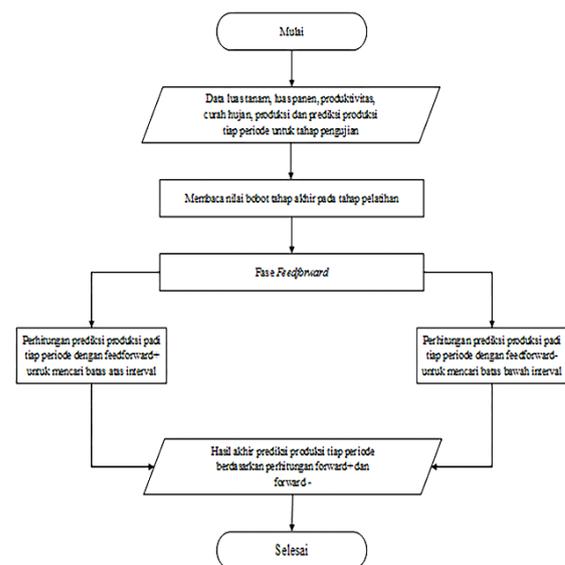


Gambar 6. Diagram Alir Tahap Pelatihan

### 3.7 Tahap Pengujian

Pada proses pengujian, bobot yang didapat pada masing – masing pelatihan tiap 3 periode akan digunakan untuk proses

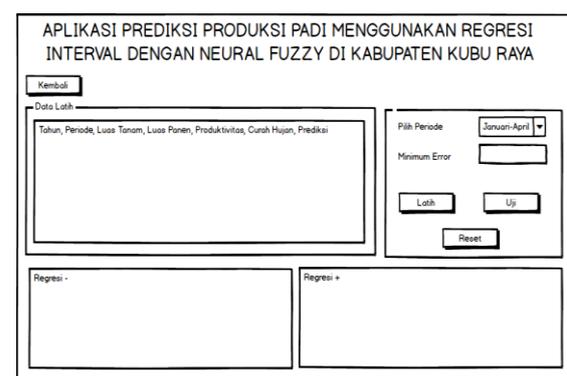
pengujian. Data faktor – faktor yang mempengaruhi produksi padi dimasukkan sebagai data masukan dalam proses pengujian. Tahap pengujian ini hanya menggunakan fase *feedforward*, fase *feedforward* yang dilakukan ada 2 tahap, yang pertama perhitungan prediksi produksi tiap 3 periode dengan *feedforward* + untuk mencari batas atas interval dan yang kedua yaitu perhitungan prediksi produksi padi tiap 3 periode dengan *feedforward* – untuk mencari batas bawah interval dan hasil yang didapat merupakan hasil akhir prediksi produksi padi tiap 3 periode. Gambar 7 menunjukkan diagram alir tahap pengujian.



Gambar 7. Diagram Alir Tahap Pengujian

### 3.8 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka pada sistem yang dibangun pada penelitian ini adalah menggunakan perangkat lunak Microsoft Visual Studio 2010. Gambar 8 menunjukkan rancangan antar muka untuk proses pelatihan



Gambar 8. Perancangan Form Pelatihan

Form pelatihan merupakan form yang dirancang untuk melakukan proses pelatihan data. Ada beberapa yang digunakan dapat diatur pada form ini seperti memilih periode yang akan dilakukan proses pelatihan, kolom untuk menentukan minimum *error* dan kolom laju pembelajaran. Untuk proses latih pilih kolom latih, untuk proses uji pilih kolom uji.

Form pengujian adalah form yang dirancang untuk melakukan proses pengujian data uji yang mana bobot yang digunakan adalah bobot hasil pelatihan terbaik. Gambar 9 menunjukkan perancangan *form* pengujian.

Gambar 9. Perancangan Form Pengujian.

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan meliputi pelatihan sistem beserta hasil pelatihan dan pengujian sistem beserta hasil pengujian.

##### 4.1 Proses Pelatihan Sistem

Tampilan form pelatihan data ditunjukkan pada gambar 10.

Gambar 10. Tampilan Aplikasi Untuk Proses Pelatihan.

#### 4.2 Hasil Pelatihan

Setelah dilakukan perubahan terhadap laju pembelajaran dan percobaan dilakukan sebanyak 10 kali untuk tiap 3 periode dimana setelah melakukan proses pelatihan bobot hasil pelatihan akan langsung digunakan untuk proses pengujian. Proses ini dinamakan proses *trial error*, guna untuk mencari bobot – bobot yang menghasilkan nilai terbaik atau mendekati target pada proses pengujian. Hasil pelatihan periode januari – april, periode mei – agustus dan periode september – desember dengan menggunakan data latih dari tahun 2009 sampai dengan 2013. Hasil terbaik pelatihan periode januari – april adalah dengan arsitektur jaringannya yaitu 4 neuron pada lapisan masukan, 3 neuron pada lapisan tersembunyi dan 1 neuron pada lapisan keluaran, target *error* 0,00001, maksimum *epoch* 100000 dan menggunakan laju pembelajaran 0,09 yaitu dengan hasil MSE BPN- sebesar 0,064722 berhenti pada *epoch* ke 35278 dan BPN+ sebesar 0,030644 berhenti pada *epoch* ke 27122. Tabel 1 merupakan Hasil pelatihan pada periode januari – april.

Tabel 1. Hasil Pelatihan Periode Januari – April.

No	LR	MSE BPN-	MSE BPN+	Epoch BPN-	Epoch BPN+
1.	0,01	0,159175	0,34983	48320	63417
2.	0,02	0,152371	0,341426	47587	62887
3.	0,03	0,143261	0,324784	46579	61816
4.	0,04	0,130063	0,287501	45040	59277
5.	0,05	0,111861	0,211642	42736	53336
6.	0,06	0,094996	0,136158	40362	45781
7.	0,07	0,086863	0,084003	39117	38694
8.	0,08	0,076637	0,050434	37437	32352
9.	0,09	0,064722	0,030644	35278	27122

Hasil pelatihan pada periode mei – agustus dengan menggunakan laju pembelajaran 0,01 – 0,09 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pelatihan Periode Mei – Agustus.

No	LR	MSE BPN-	MSE BPN+	Epoch BPN-	Epoch BPN+
1.	0,01	0,159175	0,34983	48320	63417
2.	0,02	0,152371	0,341426	47587	62887
3.	0,03	0,143261	0,324784	46579	61816
4.	0,04	0,130063	0,287501	45040	59277
5.	0,05	0,111861	0,211642	42736	53336
6.	0,06	0,094996	0,136158	40362	45781
7.	0,07	0,086863	0,084003	39117	38694
8.	0,08	0,076637	0,050434	37437	32352
9.	0,09	0,064722	0,030644	35278	27122

1.	0,01	0,160575	0,223381	48468	54333
2.	0,02	0,159149	0,221959	48312	54210
3.	0,03	0,157498	0,220098	48137	54052
4.	0,04	0,155627	0,21765	47938	53844
5.	0,05	0,1535	0,214353	47709	53561
6.	0,06	0,151076	0,209771	47446	53162
7.	0,07	0,148314	0,203192	47143	52580
8.	0,08	0,145184	0,193552	46795	51703
9.	0,09	0,141674	0,179612	46399	50383

Hasil terbaik pelatihan periode mei – agustus adalah dengan arsitektur jaringannya yaitu 4 neuron pada lapisan masukan, 3 neuron pada lapisan tersembunyi dan 1 neuron pada lapisan keluaran, target *error* 0,00001, maksimum *epoch* 100000 dan menggunakan laju pembelajaran 0,09 untuk BPN+ dengan hasil MSE pengujian sebesar 0,179612 berhenti pada *epoch* ke 50383 dan untuk BPN- dengan hasil MSE sebesar 0,141674 berhenti pada *epoch* ke 46399.

Hasil pelatihan pada periode september – desember dengan menggunakan laju pembelajaran 0,01 – 0,09 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pelatihan Periode September – Desember.

No	LR	MSE BPN-	MSE BPN+	Epoch BPN-	Epoch BPN+
1.	0,01	0,166516	0,11529	49077	43218
2.	0,02	0,154085	0,112771	47773	42858
3.	0,03	0,130583	0,109213	45103	42381
4.	0,04	0,093803	0,104233	40188	41696
5.	0,05	0,056692	0,09708	33672	40674
6.	0,06	0,033107	0,086741	27821	39104
7.	0,07	0,028232	0,072516	26274	36726
8.	0,08	0,026755	0,055624	25773	33457
9.	0,09	0,025324	0,036961	25269	28952

Hasil terbaik periode september – desember adalah dengan arsitektur jaringannya yaitu 4 neuron pada lapisan masukan, 3 neuron pada lapisan tersembunyi dan 1 neuron pada lapisan keluaran, target *error* 0,00001, maksimum *epoch* 100000 dan laju pembelajaran 0,09 untuk BPN+ dengan nilai MSE sebesar 0,036961 berhenti pada *epoch* ke 28952 dan untuk BPN- dengan nilai MSE sebesar 0,025324 berhenti pada *epoch* ke 25269.

Dari hasil pelatihan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa jumlah data latih sangat berpengaruh terhadap hasil pelatihan, semakin banyak jumlah data latih maka semakin baik hasilnya. Semakin kecil nilai MSE maka nilai akurasi pelatihan semakin tinggi. Kecepatan *epoch* ditentukan pula oleh laju pembelajaran yang digunakan, semakin besar nilai laju pembelajaran maka semakin sedikit *epoch* yang diperlukan, akan tetapi jika laju pembelajaran terlalu besar maka akan merusak pola yang sudah benar.

### 4.3 Proses Pengujian

Tampilan untuk melakukan proses pengujian diunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Aplikasi Untuk Proses Pengujian.

Pada proses pengujian, bobot – bobot hasil pelatihan akan digunakan untuk proses pengujian pada data uji tiap 3 periode dari tahun 2014 sampai 2015. Semakin kecil nilai selisih *error* pengujian maka dapat dikatakan hasil prediksi semakin baik dan hampir mencapai target yang diinginkan. Tabel 4. merupakan selisih *error* BPN-.

Tabel 4. MSE Pengujian BPN-

Data ke-	Periode	X (Data Aktual)	F (nilai peramalan)	$(X_t - F_t)^2$
1.	Januari – April	0,56261	0,42291426	0,0195149
2.		0,55536	0,39645279	0,0252515
3.	Mei – Agustus	0,16072	0,15841783	0,0000053
4.		0,15821	0,13933674	0,0003562
5.	September – Desember	0,12775	0,00545961	0,0177448
6.		0,42721	0,37216547	0,0030299
Total				0,0659026

MSE	0,01098377
-----	------------

Dari hasil perhitungan MSE untuk mencari batas bawah interval (BPN-) dapat disimpulkan bahwa rata – rata MSE untuk semua periode sebesar 0,01098377. Semakin kecil MSE maka semakin tinggi nilai akurasi. Tabel 5 menunjukkan MSE pengujian BPN+.

Tabel 5. MSE Pengujian BPN+

Data ke-	Periode	X (Data Aktual)	F (nilai peramalan)	$(X_t - F_t)^2$
1.	Januari –	0,56261	0,18629019	0,1416166
2.	April	0,55536	0,19275898	0,1314795
3.	Mei –	0,16072	0,49832127	0,4343354
4.	Agustus	0,15821	0,4638023	0,3868993
5.	September	0,12775	0,38448647	0,2623862
6.	– Desember	0,42721	0,06819078	0,1288948
Total				1,4856118
MSE				0,24760197

Dari hasil perhitungan MSE untuk mencari batas atas interval (BPN+) dapat disimpulkan bahwa MSE untuk semua periode sebesar 0,24760197. Pada pengujian untuk mencari batas atas interval ini dapat dikatakan bahwa hasil keluaran masih terlihat jauh dalam mencapai target keluaran yang diinginkan dikarenakan pada data pengujian untuk target produksi mengalami penurunan yang cukup drastis. Tabel 6. merupakan hasil pengujian h- dan h+ menggunakan data uji aktual.

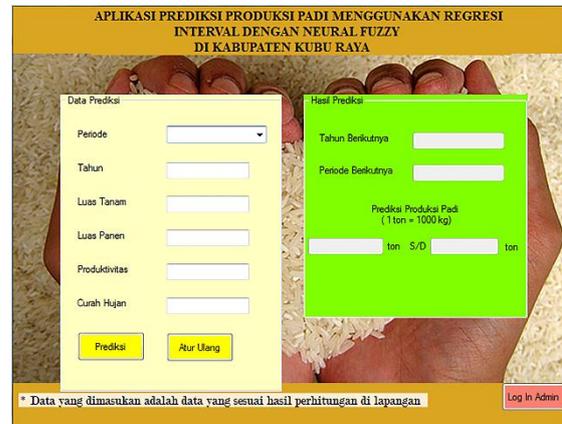
Tabel 6. Hasil H- dan H+ Untuk 6 Data Pengujian

Data ke-	Tahun	Periode	h-	Y	h+
1	2014	Januari – April	145435	152775	172547
2	2015	Januari – April	144045	152394	171446
3	2014	Mei – Agustus	15768	15963	33536
4	2015	Mei – Agustus	15393	15896	32481
5	2014	September – Desember	18644	11690	38431
6	2015	September – Desember	25011	27885	46628

Mean selisih interval antara batas bawah dengan nilai aktual pada data pengujian

adalah sebesar 4.369,2 (BPN-) sedangkan mean selisih interval antara batas atas dengan nilai aktual pada data pengujian sebesar 19.744,3 (BPN+). Dapat disimpulkan bahwa dalam mencari nilai batas atas masih dalam skala yang cukup besar dibandingkan dengan mencari batas bawah interval.

Tampilan aplikasi untuk melakukan proses prediksi ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Aplikasi Untuk Proses Prediksi

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian terhadap sistem prediksi produksi padi pada tiap 3 periode menggunakan regresi interval dengan neural fuzzy maka kesimpulan yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Telah dibuat sebuah sistem prediksi produksi padi pada tiap 3 periode menggunakan metode regresi interval dengan *neural fuzzy* di Kabupaten Kubu Raya dengan data masukan adalah data luas tanam 3 periode, data luas panen 3 periode, data curah hujan 3 periode, dan data produktivitas 3 periode yang kemudian di normalisasikan dan data target produksi padi 3 periode keluaran.
2. Berdasarkan perubahan parameter didapatkan jaringan terbaik untuk periode januari – april , periode mei – agustus, dan periode september – desember yaitu dengan 4 neuron pada lapisan masukan, 3 neuron pada lapisan tersembunyi dan 1 neuron pada lapisan keluaran dengan minimum *error* 0,00001 dan maksimum *epoch*

100000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MSE untuk pelatihan periode januari – april dengan menggunakan laju pembelajaran 0,09 sebesar 0,064722 (untuk BPN-) dan 0,030644 (untuk BPN+), periode mei – agustus dengan laju pembelajaran 0,09 MSE sebesar 0,141674 (untuk BPN-) dan 0,179612 (untuk BPN+), dan periode september – desember dengan laju pembelajaran 0,09 MSE sebesar 0,025324 (untuk BPN-) dan 0,036961 (untuk BPN+). Sedangkan mean selisih interval antara batas bawah dengan nilai aktual pada data pengujian adalah sebesar 4.369,2 (BPN-) sedangkan mean selisih interval antara batas atas dengan nilai aktual pada data pengujian sebesar 19.744,3 (BPN+).

## 6. SARAN

Hal – hal yang dapat penulis sarankan pada penelitian ini dan untuk pengembang sistem prediksi produksi padi tiap 3 periode dengan menggunakan metode regresi interval dengan *neural fuzzy* agar menjadi lebih baik kedepannya adalah untuk penelitian selanjutnya menggunakan data latih yang lebih banyak lagi agar jaringan syaraf tiruan dapat lebih baik mengenali pola pelatihan untuk menghasilkan nilai *error* batas bawah dan batas atas lebih kecil lagi sehingga mendekati target produksi yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Katalog BPS 510601861. Angka Provinsi Kalimantan Barat Hasil Survei ST2013 – Subsektor Rumah Tangga Usaha Tanaman Padi 2014. BUKU A Tanaman Padi.
- [2] Kusumadewi, S. (2006). *Aplikasi Neural-Fuzzy Pada Regresi Interval Untuk Data Time Series*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [3] Kusumadewi, Sri., 2003. *Artificial Intellegence: Teknik dan Aplikasinya*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Fausett, L., 1994. *Fundamentals of Neural Networks (Architectures, Algorithms, and Applications)*. New Jersey: Prentice-Hall.
- [5] Kusumadewi, S., dan Hartati, S., 2010. *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Rojas, R. 1996. *Neural Networks A Systematic Introduction*. Berlin : Springer-Verlag.
- [7] Pal, S. K; dan Ghosh, A. 1996. “ *Neuro Fuzzy Computing For Image Processing and Pattern Recognition* ”. International Journal of System Science vol 27 no 12.
- [8] Lin, Chin-Teng; dan Lee, George. 1996. *Neural Fuzzy Systems*. London: Prentice-Hall.
- [9] Sam, h. (2016). *Penjelasan Kriteria Padi Siap Panen Secara Lengkap*. <http://www.dosenpendidikan.com/penjelasan-kriteria-padi-siap-panen-secara-lengkap/>: (diakses tanggal 7 Desember 2016).