

Prediksi Kalender Tanam Berdasarkan Curah Hujan Dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Algoritma Genetika

Bima Indra Cahya¹, Dr. Adiwijaya, S. Si., M. Si.², Untari Novia Wisesty, ST., MT³

Fakultas Teknik Informatika Universitas Telkom, Bandung

hikari@students@telkomuniversity.ac.id, adiwijaya@telkomuniversity.ac.id, untarinw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada sektor pertanian, kalender tanam merupakan salah satu cara atau strategi yang digunakan untuk mengantisipasi anomali iklim yang terjadi. Pada kalender tanam terdapat pola tanam suatu atau berbagai tanaman yang disusun dalam jangka tahunan (biasanya 1 tahun) dan dikategorikan per bulan atau 10 hari. Data curah hujan adalah salah satu faktor yang dapat digunakan menjadi data untuk memperoleh prediksi kalender tanam.

Metode yang diimplementasikan dalam Tugas Akhir ini adalah dengan Jaringan Syaraf Tiruan yang baik struktur dan bobotnya di optimisasi oleh Algoritma Genetika Bersarang. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan yang sudah dioptimasi digunakan untuk mendapatkan data prediksi curah hujan. Data prediksi tersebutlah yang nantinya akan menjadi dasar dalam pembuatan kalender tanam.

Jaringan Syaraf Tiruan yang diimprove dengan Algoritma Genetika Bersarang dapat menemukan arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan dengan akurasi testing 88.38%. Namun dari hasil pengujian yang didapatkan, mengindikasikan bahwa masih sering terjadi adanya *overfit*, sehingga arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan hanya mengenali data set training saja.

Kata Kunci : kalender tanam, curah hujan, jaringan syaraf tiruan, algoritma genetika

1. Pendahuluan

Kalender tanam adalah sebuah pola tanam satu atau beberapa tanaman dalam jangka waktu tertentu. Kalender tanam biasanya dibuat berdasarkan faktor iklim-iklim salah satunya curah hujan. Kalender tanam dapat dibuat berdasarkan prediksi curah hujan dari data curah hujan yang didapatkan sebelumnya.

Ada beberapa penelitian yang membuat sistem prediksi curah hujan dengan menggunakan paradigma Jaringan Syaraf Tiruan. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa algoritma. Penggunaan Algoritma Evolusi untuk melatih Jaringan Syaraf Tiruan telah dilakukan. Misalnya, dengan menggunakan Algoritma Genetika, pada penelitian sebelumnya, akurasi yang dihasilkan dapat mencapai diatas 80% [12,13]. Hal ini yang mendasari penulis untuk meneliti metode yang sama tetapi dengan menggunakan pendekatan yang berbeda.

Pada penelitian sebelumnya, training struktur dan bobot pada Jaringan Syaraf Tiruan dilakukan bersamaan. Hal tersebut dapat dilihat dari kromosom yang digunakan yang berisi gen yang memuat struktur dan bobot sekaligus, sehingga masih memiliki kemungkinan untuk mempunyai terjebak dalam nilai lokal yang merupakan hal yang sering ditemui dalam menggunakan algoritma evolusi [17,18].

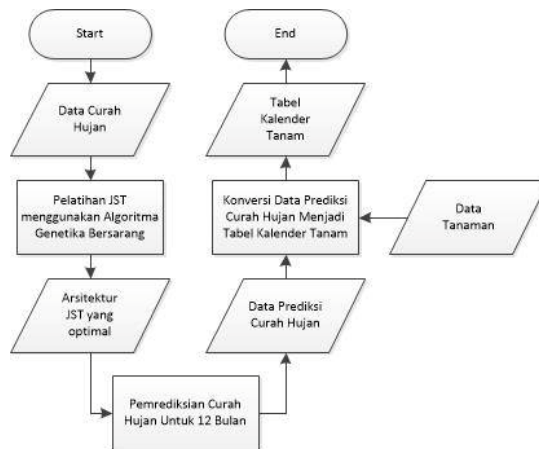
Penulis mencoba untuk memisahkan proses training menjadi 2 bagian yaitu proses training bobot dan proses training struktur sehingga menjadi sebuah algoritma yang bersarang. Disebut bersarang dikarenakan proses training bobot dilakukan di dalam setiap evaluasi individu pada proses training struktur. Metode ini diharapkan bisa mendapatkan akurasi yang lebih tinggi dan stabil dikarenakan bisa mempekecil kemungkinan untuk terjebak dalam nilai lokal.

2. Data

Data yang digunakan adalah data curah hujan di daerah Soreang dari tahun 2003 sampai 2012 yang didapatkan dari BMKG Bandung. Data tersebut menampilkan curah hujan per bulan setiap tahunnya dalam satuan milimeter(mm).

3. Perancangan Sistem Training

Secara umum, arsitektural desain sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

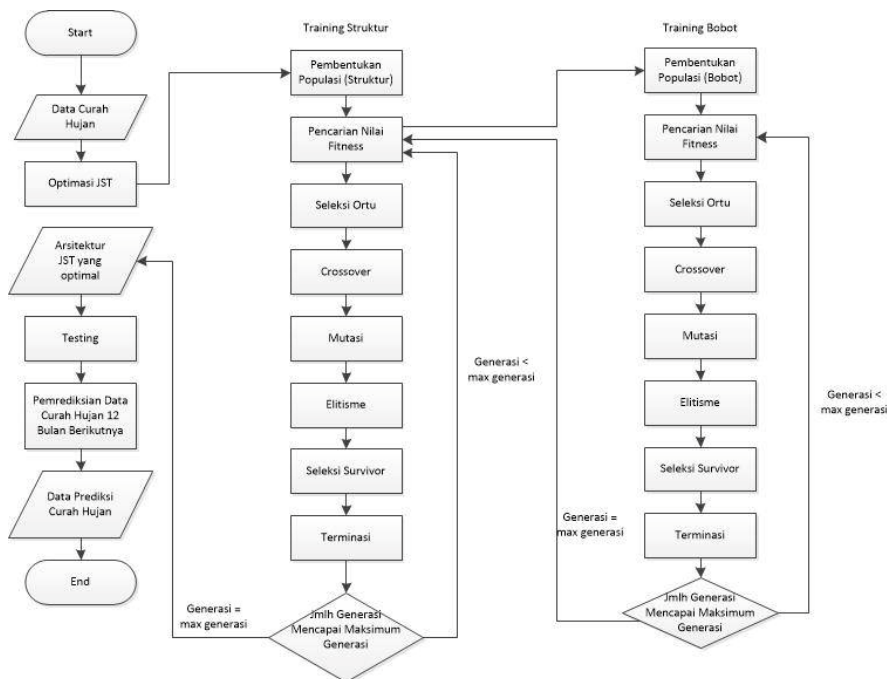


Gambar 1 : Rancangan Sistem Secara Umum

Sesuai dengan gambar arsitektur di atas, secara umum, proses pembuatan prediksi kalender tanam dibagi menjadi 2. Dimana proses pertama adalah pencarian prediksi curah hujan. Proses pencarian tersebut menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan yang sudah dilatih dengan Algoritma Genetika dengan data curah hujan yang ada sebelumnya menjadi data latih. Data prediksi curah hujan yang didapatkan merupakan prediksi curah hujan pada bulan-bulan berikutnya. Setelah mendapatkan data prediksi curah hujan, sistem dapat melanjutkan proses untuk membuat kalender tanam dari data tanaman dan data prediksi curah hujan yang telah didapatkan.

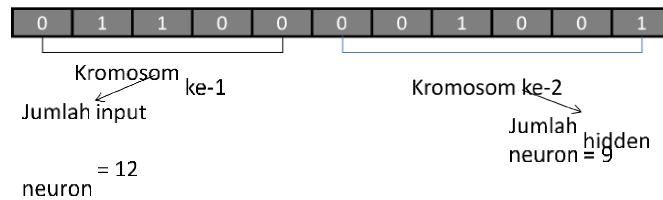
Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan dalam sistem ini adalah *Multilayer Perceptron*. *Multilayer Perceptron* ini merupakan Jaringan Syaraf Tiruan yang memiliki yang memiliki 1 layer input dan output dan bisa memiliki lebih dari 1 layer tersembunyi yang mempunyai koneksi penuh (*full connected*).

Proses untuk mendapatkan prediksi curah hujan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2 : Gambaran Proses Training

Untuk proses training struktur, struktur yang akan di training hanya terbatas pada jumlah neuron input dan neuron tersembunyi. Representasi yang penulis gunakan adalah representasi biner. Jika diilustrasikan, maka contoh dari representasi individu untuk pelatihan struktur adalah sebagai berikut :



Gambar 3 : Contoh Pembentukan 1 Individu Untuk Pelatihan Struktur

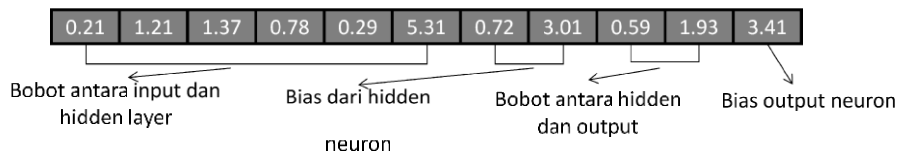
Pada pelatihan bobot, untuk setiap individu, penulis menggunakan representasi real. Banyaknya kromosom dalam tiap individu dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$1$$

Keterangan :

- G = Jumlah gen
- I = Jumlah neuron input
- H = Jumlah neuron tersembunyi
- O = Jumlah neuron Output

Jika diilustrasikan, maka contoh dari representasi individu untuk pelatihan struktur adalah sebagai berikut :



Gambar 4 : Contoh Pembentukan 1 Individu Untuk Pelatihan Bobot

Arsitektur lalu di evaluasi, menggunakan algoritma perambatan maju untuk mendapatkan nilai error dari setiap prediksi pada proses training. Fitness dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (T_i - P_i)^2$$

Keterangan :

- T = Nilai target yang diambil dari data aktual
- P = Nilai keluaran dari layer output/Nilai Prediksi

Setelah masing-masing individu di evaluasi. Individu tersebut di seleksi untuk menjadi orang tua yang nantinya akan melalui proses crossover atau rekombinasi dan mutasi. Proses crossover dan mutasi tidak terjadi setiap saat. Peluang terjadinya crossover sesuai dengan nilai probabilitas crossover. Begitu juga dengan mutasi, peluang terjadinya mutasi sesuai dengan nilai probabilitas mutasi yang diberikan. Setelah melalui kedua proses tersebut, individu lalu di seleksi untuk menjadi individu di generasi selanjutnya. Proses ini terjadi berulang kali sampai generasi mencapai maksimum generasi.

4. Testing Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Testing ini dilakukan untuk melihat, bagaimana hasil dari prediksi jika menggunakan set data yang berbeda. Proses testing ini hampir sama dengan proses evaluasi individu saat training. Pada testing, standar error yang digunakan adalah MAPE.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{P_i - T_i}{T_i} \right| * 100\% \quad 4$$

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{P_i - T_i}{T_i} \right| * 100\% \quad 5$$

Keterangan :

- T = Data aktual (data sebelum dinormalisasi)
- P = Data hasil prediksi (data hasil keluaran yang sudah didenormalisasi)

5. Konversi Data Prediksi Menjadi Kalender Tanam

Untuk menentukan kalender tanam, ada 2 hal yang khususnya diperhatikan, yaitu jumlah curah hujan dan waktu yang dibutuhkan oleh tanaman dari masa tanam sampai masa panen. Berikut adalah data tanaman yang penulis gunakan [1][3][14][16][19] :

Tabel 1 : Tanaman Serta Curah Hujan Mm/Bulanyang Dibutuhkan Dan Waktu Tanam/Bulan

Tanaman	Kebutuhan Curah Hujan	Waktu Penanaman
Padi	150 - 500 mm/bulan	4 bulan
Jagung	85 - 400 mm/bulan	4 bulan
Kacang Kedelai	100 - 400 mm/bulan	3 bulan
Kacang Hijau	50 - 400 mm/bulan	3 bulan

Output yang dihasilkan adalah kalender tanam yang berupa tabel. Kolom dari tabel tersebut menunjukkan bulan dalam 1 tahun menunjukkan tanaman yang kalender tanamnya dicari di dalam sistem. Dalam tabelnya berisi arsiran kosong dan penuh. Jika di arsir, menunjukkan bahwa bulan tersebut adalah strategi tanam. Jika tidak di arsir, menunjukkan bahwa bulan tersebut adalah strategi bera.

Khusus untuk tanaman padi, karena padi merupakan komoditas utama pertanian yang mempunyai keuntungan yang sangat besar dibandingkan dengan tanaman lainnya, maka toleransi diberikan jika dalam sistem menunjukkan tanaman padi tidak dapat ditanam pada tahun ini.

Toleransi untuk tanaman padi yang diberikan hanya satu kali periode tanam (4 bulan). Satu kali periode tanam tersebut harus memenuhi beberapa syarat yaitu:

1. Pada bulan pertama mempunyai curah hujan lebih dari 150 mm/bulan.
2. Tiga bulan berikutnya mempunyai curah hujan yang lebih dari 100mm/bulan.

6. Hasil dan Analisa Sistem

Skenario pengujian dilakukan untuk mengetahui menganalisis hasil yang di proses oleh sistem. Skenario yang digunakan dalam pengujian melibatkan kombinasi nilai-nilai dari parameter probabilitas crossover, probabilitas mutasi, jumlah individu dan maksimum generasi untuk proses training struktur dan bobot.

Tabel 2 : Parameter yang Diobservasi Beserta Nilainya

Probabilitas Crossover	0.01, 0.5, 0.99
Probabilitas Mutasi	0.01, 0.5, 0.99
Jumlah Individu dan Maksimum Generasi (Training Struktur)	10 dan 100, 20 dan 50, 40 dan 25
Jumlah Individu dan Maksimum Generasi (Training Bobot)	25 dan 1000, 50 dan 500, 100 dan 250

6.1. Analisis Pengujian Terhadap Parameter

Tabel 3 : Tabel hasil pengujian berdasarkan probabilitas crossover

Probabilitas Crossover	MAPE minimum	
	Training	Testing
0.01	15.40%	14.75%
0.5	10.63%	12.42%
0.99	12.06%	11.62%

Tabel Error! No text of specified style in document. :Tabel hasil pengujian berdasarkan probabilitas mutasi

Probabilitas Mutasi	MAPE minimum	
	Training	Testing
0.01	12.06%	11.62%
0.5	29.41%	17.55%
0.99	35.19%	17.53%

Tabel 5 : Tabel hasil pengujian berdasarkan jumlah individu dan maksimum generasi dalam proses training struktur

Jumlah Individu Training Struktur	Maksimum Generasi Training Struktur	MAPE minimum	
		Training	Testing
10	100	20.98%	15.47%
20	50	15.40%	14.75%
40	25	12.06%	11.62%

Tabel 6 : Tabel hasil pengujian berdasarkan jumlah individu dan maksimum generasi dalam proses training bobot

Jumlah Individu Training Bobot	Maksimum Generasi Training Bobot	MAPE minimum	
		Training	Testing
25	1000	12.06%	11.62%
50	500	10.63%	12.42%
100	250	29.41%	17.55%

Berdasarkan Tabel 3 penggunaan probabilitas crossover 0,99 mempunyai hasil yang terbaik. Penggunaan probabilitas crossover sebesar 0.5 sampai 0.99 bisa disimpulkan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan nilai probabilitas crossover yang kecil seperti 0.01.

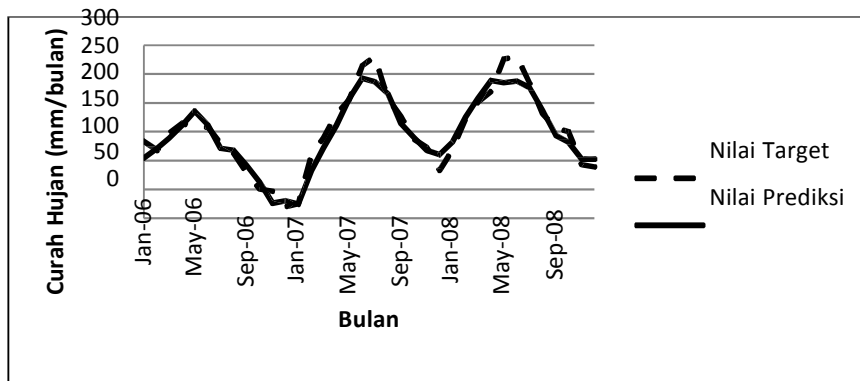
Berdasarkan Tabel 4 penggunaan probabilitas mutasi 0.01 mempunyai hasil yang terbaik. Dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam sistem ini penggunaan probabilitas mutasi yang sangat kecil dapat meningkatkan hasil yang didapatkan.

Berdasarkan Tabel 5 penggunaan jumlah individu 40 dan maksimum generasi 25 pada proses training struktur mempunyai hasil yang terbaik. Dapat ditarik kesimpulan dalam proses training struktur jumlah individu yang lebih besar lebih memberikan hasil MAPE yang lebih baik dibandingkan dengan jika maksimum generasi diperbesar.

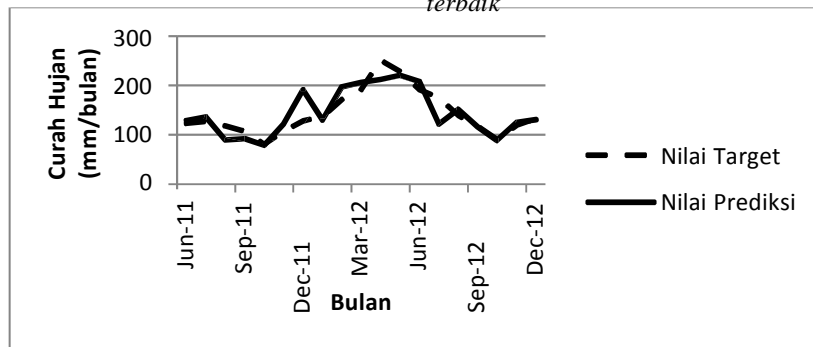
Berdasarkan Tabel 6 penggunaan jumlah individu 40 dan maksimum generasi 25 pada proses training struktur mempunyai hasil yang terbaik. Hal ini membuktikan bahwa maksimum generasi yang besar untuk proses training bobot dapat memberikan hasil yang lebih baik.

6.5. Analisis Dari Hasil Pengujian Prediksi Curah Hujan Keseluruhan

Pengujian dengan MAPE testing terendah didapatkan dengan arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan yang terdiri dari 29 neuron input dan 15 neuron tersembunyi.



Gambar 5 : Grafik hasil training pada hasil pengujian dengan arsitektur yang memiliki MAPE testing terbaik



Gambar 6 : Grafik hasil testing pada hasil pengujian dengan arsitektur yang memiliki MAPE testing terbaik

Berdasarkan gambar 5 dan 6, ditunjukkan bahwa nilai prediksi dapat dikatakan mengikuti nilai target. Hal ini membuktikan bahwa dengan arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan yang telah dilatih di proses training, arsitektur tersebut juga dapat menghasilkan nilai prediksi walaupun pada data set yang berbeda. Namun, pada Gambar 6, grafik menunjukkan pada bulan Desember 2011, nilai prediksi menyimpang jauh. Sedangkan pada Gambar 5, walaupun memiliki MAPE yang lebih tinggi, tetapi nilai prediksi terlihat lebih mengikuti nilai target.

Hal ini membuktikan bahwa nilai prediksi dengan data set yang berbeda dapat mempunyai nilai prediksi yang lebih buruk walaupun pada proses testing mempunyai nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan dengan MAPE trainingnya. Hal ini dapat disebabkan dari penggunaan MAPE yang merupakan standar ukuran error yang sering meleset ketika bertemu data target yang kecil atau mendekati nol.

6.6. Hasil konversi Data Prediksi Curah Hujan Menjadi Kalender Tanam

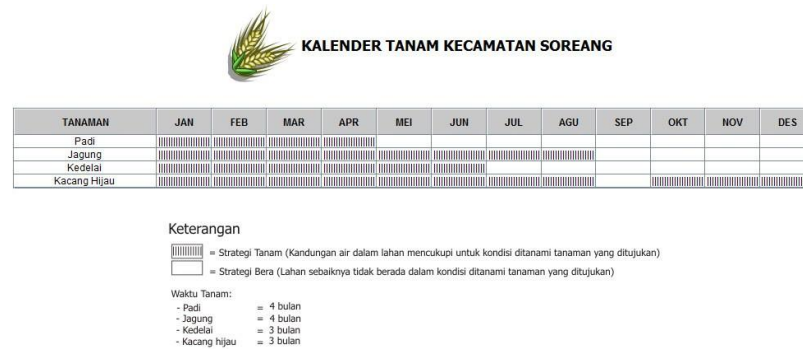
Dengan menggunakan arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan pada sampel ke-1, dihasilkan nilai curah hujan pada 1 tahun berikutnya. Data prediksi curah hujan yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 1 : Prediksi curah hujan dalam 1 tahun (sampel ke-1)

Bulan	Curah Hujan (mm/bulan)
Januari	157.71
Februari	138.08
Maret	120.06
April	103.02
Mei	101.31
Juni	111.63

Juli	85.34
Agustus	112.68
September	47.89
Oktober	61.63
November	57.95
Desember	100.03

Lalu dari data prediksi curah hujan pada Tabel 7, dikonversikan menjadi dalam bentuk tabel kalender tanam sehingga menjadi sebagai berikut :



Gambar 1 : Hasil Kalender Tanam (sampel ke-1)

Berdasarkan Gambar 7, ditunjukkan bahwa tahun ini kebutuhan air dalam tanah hanya cocok untuk ditanami padi untuk satu periode tanam, yaitu pada bulan Januari sampai April. Lahan dapat digunakan untuk ditanami tanaman jagung dari Bulan Januari sampai Agustus. Lahan dapat digunakan untuk ditanami kacang kedelai dari bulan Januari sampai bulan Juni. Sedangkan untuk tanaman kacang hijau, lahan cocok untuk ditanami di semua bulan kecuali bulan September.

7. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada tugas akhir ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Genetika dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan prediksi curah hujan. Hal ini dapat dilihat dari hasil terbaik yang didapatkan. Dimana dengan menggunakan mekanisme prediksi yang diusulkan dapat menghasilkan 88.38% akurasi dalam proses testing. Namun dengan mekanisme prediksi yang diusulkan sering terjadi adanya *overfit*. Sehingga walaupun pada proses training mendapatkan MAPE yang kecil yang berkisar 85% tetapi hasil akurasi testing yang didapatkan hanya berkisar 70%.
2. Berdasarkan pengujian parameter. Kesimpulan yang dapat di ambil pada masing-masing pengujian parameter adalah :
 - a. Probabilitas crossover memberikan hasil yang terbaik pada nilai 0,99.
 - b. Probabilitas mutasi memberikan hasil terbaik pada nilai 0,01.
 - c. Pada proses training struktur, memperbesar jumlah individu dibandingkan memperbesar maksimum generasi dapat membantu sistem menemukan arsitektur JST yang terbaik.
 - d. Pada proses training bobot, memperbesar maksimum generasi dibandingkan memperbesar jumlah individu dapat membantu sistem menemukan arsitektur JST yang terbaik.

Daftar Pustaka

- [1] Aak. 2002. **Kedelai**. Yogyakarta : Kanisius.
- [2] Adiwijaya, U. N. Wisesty and F. Nitha. 2014. **FJMS : Study of Line Search Techniques On Modified Backpropagation For Forecasting of Weather Data In Indonesia**. Bandung : Telkom University.
- [3] Alvin Pryanto, Gabriel, Kristoko Dwi Hartono, M.Kom, M. A. Ineke Pakereng, M.Kom. 2013. **Perancangan Kalender Tanam Berdasarkan Data Klimatologi Menggunakan Metode Forecasting Holt-Winters**. Salatiga : Universitas Kristen Satya Wacana.
- [4] Chakraborty, RC. **Fundamentalas of Genetic Algorithms**. www.myreaders.info/html/artificial_intelligence.html. (diakses pada tanggal 6 November 2013)
- [5] Gerhenson, Carlos. **Artificial Networks for Beginners**. [https://datajobs.com/data-science.../Neural-Net-\[Carlos-Gershenson\].pdf](https://datajobs.com/data-science.../Neural-Net-[Carlos-Gershenson].pdf). (diakses pada tanggal 6 November 2013)
- [6] Hidayat, Taufan. Yonny Koesmaryono dan Aris Pramudia. 2010. **Analisis Tingkat Kekeringan Untuk Mengurangi Resiko Gagal Panen Tanaman Pangan Di Provinsi Banten**. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala.
- [7] Hidayat, Taufan. 2011. **Analisis Perubahan dan Penyusunan Pola Tanam Tanaman Padi Berdasarkan Data Curah Hujan Di Kabupaten Aceh Besar**. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala.
- [8] Irawan, Wisnu. 2012. **Perencanaan Kalender Tanam Berdasarkan Pranata Mangsa dan Klimatologi Menggunakan Metode Prediksi Exponential Smoothing**. Salatiga : Universitas Kristen Satya Kencana.
- [9] Kharola, Manisha and Dinesh Kumar. 2014. **Efficient Weather Prediction By Back-Propagation Algorithm**. Palwal : Shri Ram College of Engineering & Management.
- [10] Koesmaryono, Yonny dan Yayan Apriyana. **Sensitivitas dan Dinamika Kalender Tanam Padi Terhadap Parameter ENSO (El-Nino-Southern Oscillation) dan IOD (Indian Ocean Dipole Mode) Di Daerah Monsunal dan Equatorial**. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- [11] Nawi, Nazri Mohd. Abdullah Khan, Mohammad Zubair Rehman. **A New Back-Propagation Neural Network Optimized with Cuckoo Search Algorithm**. Malaysia : Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
- [12] Nitha. F., Adiwijaya, U.N. Wisesty. 2014. **Forecasting Indonesian Weather through Evolving Neural Network (ENN) Based On Genetic Algorithm**. Bandung : Telkom University.
- [13] Nurcahyo. Septian, Fhira Nhita, Adiwijaya. 2014. **Rainfall Prediction in Kemayoran Jakarta Using Hybrid Genetic Algorithm (GA) and Partially Connected Feedforward Neural Network (PCFNN)**. Bandung : Telkom University.
- [14] Purwono dan Purnamawati, H., 2008. **Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul**. Jakarta : Penebar Swadaya,
- [15] Rismala. Rita, The Houw Liong, Arie Ardiyanti. 2013. **Prediction of Malaria Incidence in Banggai Regency Using Evolving Neural Network**. Bandung : International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment.
- [16] Slamet S. Lilik, Hariadi T. E, Mezak A. Ratag Erna S. Adiningsih. **Analisis Curah Hujan dan Suhu Untuk Menyusun Pola Tanam Tanaman Pangan di Jawa Barat**. Bandung : Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim.
- [17] Sutojo, T. S.Si., M.Kom. , Edy Mulyanto, S.Si., M.Kom. , Dr. Vincent Suhartono. 2011. **Kecerdasan Buatan**. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [18] Suyanto,ST,MSc.2008. **Soft Computing**. Bandung : Informatika Bandung.
- [19] Wirosoedarmo, MS. Dr.Ir. Ruslan.2010. **Drainase Pertanian**. Malang : Universitas Brawijaya Press.