

Prediksi Cuaca Pekanbaru Menggunakan Fuzzy Tsukamoto dan Algoritma Genetika

Fitri Insani¹, Syafawani Fadilah², Jasril³, Suwanto Sanjaya⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru
Jl. Subrantas Km. 15, Pekanbaru, 0761-562223
UIN Sultan Syarif Kasim Riau
e-mail: ¹fitri.insani@uin-suska.ac.id, ²Syafawani.fadilah@students.uin-suska.ac.id

Abstrak

Keadaan cuaca pekanbaru cenderung berubah dengan cepat, hal ini mengakibatkan terjadinya penyimpangan yang tidak dapat dihindari. Prediksi cuaca dibutuhkan untuk mengantisipasi keadaan cuaca yang cenderung berubah dengan cepat. Proses penentuan prediksi cuaca menggunakan beberapa kriteria yaitu Suhu udara, Kelembaban, Kecepatan Angin dan Perawanan. Algoritma genetika berfungsi sebagai pencarian nilai optimum pada masing-masing individu yang akan dibangkitkan sebagai batas fungsi keanggotaan Fuzzy Tsukamoto. Adapun tahapan Algoritma Genetika pada kasus ini adalah inisialisasi populasi awal, perkawinan silang (crossover), Mutasi dan seleksi. Individu yang tertinggi akan dijadikan solusi untuk prediksi cuaca. Adapun akurasi yang didapatkan melalui pengujian sistem setelah dilakukan optimasi Fuzzy tsukamoto dan Algoritma genetika didapatkan akurasi yaitu 72% dengan nilai probabilitas crossover 0,6 dan probabilitas mutation 0,4. Hasil nilai evaluasi ini membuktikan kombinasi Fuzzy Tsukamoto menggunakan Algoritma Genetika mampu menghasilkan hasil akhir yang optimal.

Kata Kunci : Prediksi Cuaca, Algoritma Genetika, Fuzzy Tsukamoto

Abstract

Pekanbaru weather conditions tend to change rapidly, this results in unavoidable irregularities. Weather prediction is needed to anticipate weather conditions that tend to change rapidly. The process of determining weather prediction uses several criteria, namely air temperature, humidity, wind speed and cloudiness. The genetic algorithm functions as a search for the optimal value for each individual which will be raised as the limit of the Fuzzy Tsukamoto function. The stages of the Genetic Algorithm in this case are initial population initialization, cross-breeding (crossover), mutation and selection. The tallest individual will be used as a solution for weather prediction. It can be found through system testing after Fuzzy Tsukamoto optimization and accurate genetic algorithm is 72% accurate with a crossover probability value of 0.6 and mutation probability 0.4. The evaluation results are to prove the Fuzzy Tsukamoto combination using a Genetic Algorithm that is able to produce optimal results.

Keywords: Weather Prediction, Genetic Algorithms, Fuzzy Tsukamoto

1. Pendahuluan

Meteorologi atau ilmu cuaca adalah ilmu pengetahuan yang membahas peristiwa-peristiwa cuaca dalam jangka waktu dan ruang terbatas. Keadaan cuaca dipengaruhi dari berbagai parameter seperti suhu, tekanan udara, kecepatan angin, kelembaban udara, dan berbagai fenomena atmosfer lainnya [8]. Keadaan cuaca cenderung berubah dengan cepat, hal ini mengakibatkan terjadinya penyimpangan yang tidak dapat dihindari pada proses tersebut. Penyimpangan tersebut dapat dilihat dari peristiwa turunnya hujan terus-menerus selama beberapa hari yang dapat menimbulkan bencana banjir. Cuaca beserta unsurnya penting diperhatikan dan dipelajari dengan baik karena pengaruhnya sering menimbulkan masalah bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Salah satu unsur cuaca adalah peristiwa hujan [8].

Informasi kondisi cuaca saat ini sudah dapat diketahui melalui BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) dari setiap provinsi yang ada di Indonesia. BMKG kota Pekanbaru sendiri, sudah melakukan prakiraan cuaca dengan menggunakan banyak sumber data dan model analisa cuaca, baik yang di buat oleh BMKG Pusat sendiri, atau melalui webnya BOM Australia, Arpege Perancis dan KMA Korea yang dikombinasikan dengan kondisi beberapa parameter cuaca yang ada di BMKG kota Pekanbaru. Akan tetapi, akurasi dari ketepatan prediksi masih dirasa kurang oleh pakar analisa BMKG sendiri. Untuk itu, pemilihan

metode yang tepat dalam penentuan cuaca terus dilakukan agar menemukan metode yang paling tepat dengan tingkat akurasi yang tinggi untuk menentukan prediksi cuaca [1]. Berdasarkan beberapa penelitian mengenai prakiraan cuaca di Pekanbaru yang sudah dilakukan sebelumnya yaitu Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation sebagai prediksi curah hujan [6] Prakiraan Cuaca di kota Pekanbaru dengan metode K-Nearest Neighbor[7] keluaran yang dihasilkan adalah membagi cuaca menjadi lima kategori yaitu cerah, hujan ringan, hujan sedang, hujan lebat dan hujan sangat lebat.

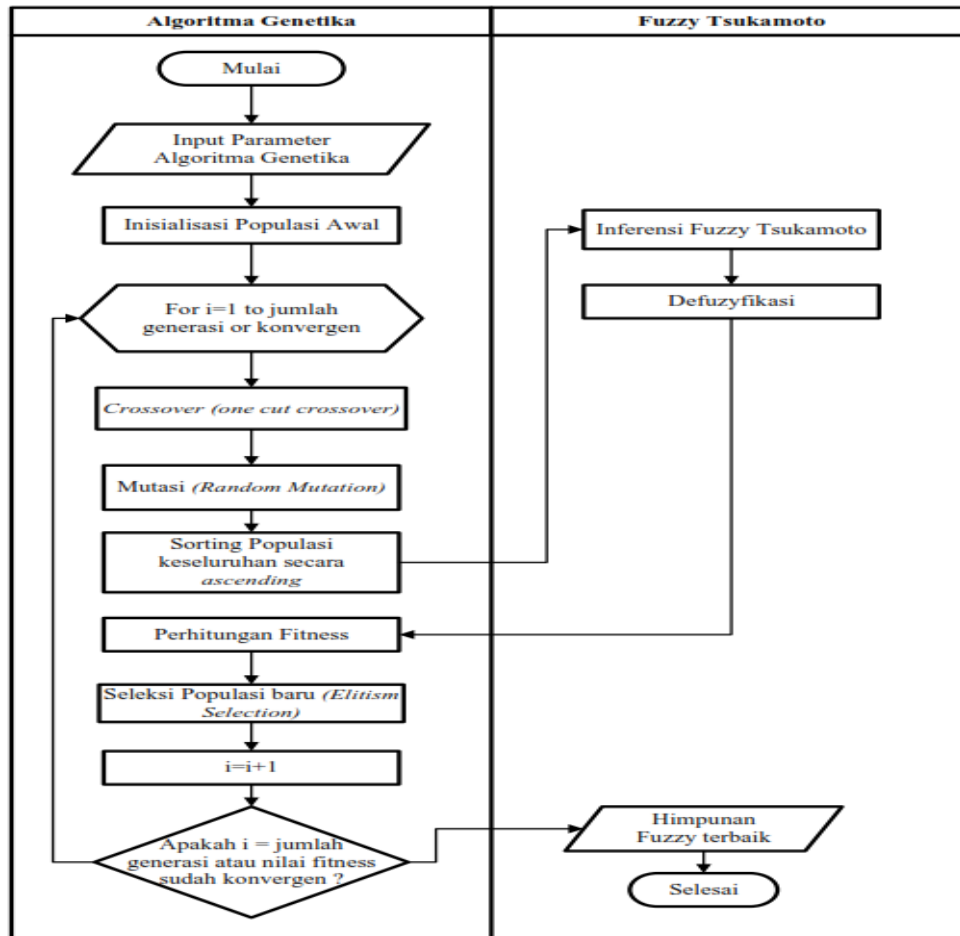
Beberapa penelitian yang ada, untuk menentukan kondisi cuaca dengan berbagai metode, didapatkan bahwa metode fuzzy dapat digunakan untuk menentukan kondisi cuaca. Karena, logika fuzzy sangat fleksibel pada perubahan[2]. Akan tetapi, penggunaan logika fuzzy pada permasalahan yang kompleks menjadikan proses kerjanya masih kurang optimal, seringkali logika fuzzy mengalami kesulitan dalam menentukan fuzzy set dan aturan fuzzy yang digunakan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan. Sehingga dari metode fuzzy ini masih dapat dikombinasikan dengan metode lain dengan mengubah derajat keanggotaannya.

Ada beberapa algoritma evolusi yang cocok digunakan untuk melakukan optimasi derajat keanggotaan metode fuzzy. Algoritma yang dimaksud adalah Algoritma Genetika (Genetic Algorithms, GAs), Particle Swam Optimazation (PSO), dan Hybrid Particle Swarm with Mutation (HPSOM). Dalam kasus [4] penggunaan algoritma genetika lebih dibutuhkan karena metode ini dapat menyesuaikan derajat keanggotaan dan menghasilkan akurasi yang bagus. Selain itu, pada penelitian [5] telah menunjukkan bahwa algoritma genetika memiliki nilai fitness yang lebih baik dari metode PSO [1]. Algoritma Genetika memilih kromosom yang terbaik sehingga memperoleh generasi yang berkualitas. Optimasi fungsi keanggotaan Fuzzy Tsukamoto menggunakan Algoritma Genetika untuk penentuan harga jual rumah, menggunakan perhitungan MAPE menghasilkan rata-rata error sebesar 0,1369 dengan nilai fitness 0,8796, hasil nilai evaluasi ini membuktikan kombinasi Fuzzy Tsukamoto menggunakan Algoritma Genetika mampu menghasilkan hasil akhir yang optimal [2].

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi derajat keanggotaan dari metode Fuzzy Tsukamoto menggunakan Algoritma Genetika untuk Prediksi cuaca di Kota Pekanbaru. Pada penelitian ini penulis akan menggunakan data input dan data uji yang berasal dari data harian cuaca yang dimiliki oleh BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) kota Pekanbaru. Untuk rentang nilai fuzzy pada proses fuzzyfikasi yang ada penulis menggunakan data dari pakar yaitu salah seorang staff BMKG yang berkaitan mengenai prediksi cuaca yang ada di BMKG provinsi Riau.

2. Metode Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini di peroleh dari BMKG (Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika) Provinsi Riau berupa data curah hujan, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan Perawanan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

A. Perbaikan Derajat Keanggotaan menggunakan Algoritma Genetika

Adapun tahapan dari perbaikan derajat keanggotaan Fuzzy Tsukamoto menggunakan Algoritma Genetika untuk prediksi cuaca yaitu inisialisasi parameter awal, *crossover* menggunakan *one cut point crossover*, mutasi menggunakan *random mutation*, tahap inferensi menggunakan Fuzzy Tsukamoto, proses *defuzzyfikasi*, proses perhitungan error menggunakan *RMSE* untuk melihat nilai *fitness* tertinggi berdasarkan nilai error terendah.

1) Inisialisasi Parameter Algoritma Genetika

Parameter yang harus diinisialisasikan pada Algoritma Genetika seperti P_c (*Probabilitas Crossover*), P_m (*Probabilitas Mutasi*), dan Jumlah Individu [10]. Untuk inisialisasi awal untuk parameter Algoritma Genetika dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Inisialisasi Parameter Algoritma Genetika

No	Parameter Algoritma Genetika	Nilai
1.	P_c (<i>Probabilitas Crossover</i>)	0,6
2.	P_m (<i>Probabilitas Mutasi</i>)	0,4
3.	Jumlah individu	10

2) Inisialisasi Populasi Awal

Untuk menentukan nilai populasi awal algoritma genetika, dibutuhkan nilai data cuaca berdasarkan kriteria atau variabel dalam menentukan prediksi cuaca. Rentang nilai pengacakan yang digunakan berdasarkan data nilai fuzzyfikasi yang didapatkan dari pakar. Dalam kasus ini populasi dibangkitkan secara acak sesuai masing-masing segmen kromosom variabel yang menentukan keadaan cuaca tersebut, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Inisialisasi Populasi Awal

	X1				X2				X3				X4					
P0	25,1	30,1	32,7	37,8	34	45	64	68	0,4	6,2	7,3	8,2	15,1	29,9	2	3	5	6
P1	24,4	33,8	34,1	39,1	31	44	80	90	2,4	12,9	19,7	20,5	27,8	28,5	2	3	5	6
P2	27	29,9	36,6	37,8	38	44	48	89	0,9	7,4	26,4	27,4	27,6	29,4	2	3	5	6
P3	25,3	26	27,1	28,8	35	49	79	87	8,6	118	13	13,3	20	21,9	2	3	5	6
P4	25,6	32,2	37,3	39,9	35	46	46	78	7,9	8,9	13	15,9	23,3	24,4	2	3	5	6

3) Perkawinan Silang (CrossOver)

Proses perkawinan silang dalam Algoritma Genetika melahirkan kromosom baru yang mewarisi sifat-sifat induknya dengan melakukan pencarian menuju titik-titik pencarian yang berbeda. Pada penelitian ini metode crossover yang digunakan adalah *one cut point crossover*, untuk mencari jumlah individu baru hasil perkawinan silang dapat dilihat pada persamaan (1).

$$\text{Mutasi} = P_m \times \text{Jumlah Populasi} \quad (1)$$

Pemilihan kromosom yang akan di kawinsilangkan dilakukan secara acak dengan metode *one cut point crossover* yaitu dengan cara memotong satu titik pada tiap segmen kromosom [9]. Adapun hasil crossover yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Crossover menggunakan Metode Penyilangan *One Cut Point Crossover*

	X1				X2				X3				X4					
C0	24,4	30,1	32,7	37,8	31	45	64	68	2,4	6,2	7,3	8,2	15,1	29,9	2	3	5	6
C1	25,1	33,8	34,1	39,1	34	44	80	90	0,4	12,9	19,7	20,5	27,8	28,5	2	3	5	6
C2	25,3	29,9	36,6	37,8	35	44	48	89	8,6	7,4	26,4	27,4	27,6	29,4	2	3	5	6
C3	27	26,4	27,1	28,8	38	49	79	87	0,9	11,8	13	13,3	20	21,9	2	3	5	6
C4	24,5	27,5	29,6	31,2	64	38	53	68	2,3	2,7	10,9	11,2	26,8	28,8	2	3	5	6
C5	25,3	25	29,1	29,7	31	73	74	83	2,2	10,7	12,1	13,4	13,9	17,1	2	3	5	6

Tabel 3 merupakan hasil perkawinan silang menggunakan *one cut point crossover*. Setelah dilakukan *crossover* dilanjutkan dengan *sorting* (mengurutkan) secara *ascending*. Tujuan dilakukan proses *sorting* (mengurutkan) karena setiap angka nantinya akan dibuat derajat keanggotaan, jika data tidak diurutkan maka proses fuzzyfikasi tidak bisa dilakukan. Adapun hasil pengurutan menggunakan *crossover* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Sorting* Hasil *Crossover* Secara *Ascending*

	X1				X2				X3				X4					
C0	24,4	30,1	32,7	37,8	31	45	64	68	2,4	6,2	7,3	8,2	15,1	29,9	2	3	5	6
C1	25,1	33,8	34,1	39,1	34	44	80	90	0,4	12,9	19,7	20,5	27,8	28,5	2	3	5	6
C2	25,3	29,9	36,6	37,8	35	44	48	89	7,4	8,6	26,4	27,4	27,6	29,4	2	3	5	6
C3	26,4	27	27,1	28,8	38	49	79	87	0,9	11,8	13	13,3	20	21,9	2	3	5	6
C4	24,5	27,5	29,6	31,2	38	53	64	68	2,3	2,7	10,9	11,2	26,8	28,8	2	3	5	6
C5	25	25,3	29,1	29,7	31	73	74	83	2,2	10,7	12,1	13,4	13,9	17,1	2	3	5	6

4) Mutasi (Mutation)

Setelah melakukan proses *crossover* dilanjutkan dengan proses mutasi. Pada Tabel 5 dapat dilihat data yang belum mengalami mutasi. Proses mutasi merupakan proses pembentukan individu baru atau *offspring*. Adapun metode yang digunakan adalah *random mutation* yaitu dengan cara menambah atau mengurangi nilai genotype yang terpilih secara acak menggunakan probabilitas mutation. Untuk mencari berapa gen yang akan dimutasi maka perlu dilakukan perhitungan berdasarkan persamaan 2.

$$c = xi + r (\text{maxj} - \text{minj}) \quad (2)$$

Keterangan :

- c = individu child
- r = nilai interval tertentu yang dipilih secara acak
- maxj = nilai maksimum Gen variabel xi

\min_j = nilai minimum Gen variabel xi
 xi merupakan bilangan random yang memiliki rentang [-0,1, 0,1], \max_j , \min_j
 xi merupakan batasan nilai dari gen yang terpilih, i dan j merupakan bilangan bulat positif yang menunjukkan jumlah gen yang dihasilkan dengan proses pemilihan [3].

Tabel 5. Kromosom Sebelum dilakukan Mutasi

	x1				x2				x3				x4					
C1	25,1	33,8	34,1	39,1	34	44	80	90	0,4	12,9	19,7	20,5	27,8	28,5	2	3	5	6
C2	25,3	29,9	36,6	37,8	35	44	48	89	7,4	8,6	26,4	27,4	27,6	29,4	2	3	5	6
C3	26,4	27	27,1	28,8	38	49	79	87	0,9	11,8	13	13,3	20	21,9	2	3	5	6
C5	25	25,3	29,1	29,7	31	73	74	83	2,2	10,7	12,1	13,4	13,9	17,1	2	3	5	6

Kemudian melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (2) Sedangkan untuk nilai r yang berupa nilai *random* (acak). Hasil dari proses mutasi menggunakan *random* mutasi dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Proses Mutasi Menggunakan Metode *Random Mutation*

	X1				X2				X3				X4					
M0	25,1	35,42	34,1	39,1	34	44	80	90	0,4	12,9	19,7	20,5	27,8	28,5	2	3	5	6
M1	25,3	29,9	38,22	37,8	35	44	48	89	7,4	8,6	26,4	27,4	27,6	29,4	2	3	5	6
M2	26,4	28,62	27,1	28,8	38	49	79	87	0,9	11,8	13	13,3	20	21,9	2	3	5	6
M3	25	25,3	29,1	29,7	31	73	74	83	4,9	10,7	12,1	13,4	13,9	17,1	2	3	5	6

5) *Sorting* Populasi Keseluruhan Secara *Asceding*

Sorting populasi keseluruhan maksudnya adalah mengurutkan semua gen hasil dari kegiatan *crossover* dan mutasi. *Sorting* atau pengurutan nilai-nilai gen secara *ascending*(nilai terkecil ke nilai terbesar). Kromosom-kromosom yang telah di urutkan secara *asceding* akan digunakan untuk batasan-batasan fungsi keanggotaan Fuzzy Tsukamoto.

B. Himpunan Fuzzy

Pada tahap perhitungan Fuzzy Tsukamoto terdapat 4 tahapan dalam menghasilkan keputusan, berikut adalah tahapan-tahapan Fuzzy Tsukamoto sebagai berikut:

1) Himpunan Fuzzy

Pada kasus ini dipilih Kromosom P0 sebagai himpunan Fuzzy yang akan digunakan untuk proses prediksi. Kromosom P0 dapat dilihat pada Tabel 2. Proses selanjutnya yaitu menetapkan data yang akan digunakan pada proses inferensi fuzzy. Data yang digunakan sebagai data untuk perhitungan manual yaitu data curah hujan pada tanggal 1 Agustus 2017 yaitu pada jam 07.00 WIB sampai 16.00 WIB. Selanjutnya dilakukan perhitungan fuzzy inferensi sistem (Fuzzy Tsukamoto). Perhitungan Fuzzy dilakukan untuk semua data yang ada. Setelah ditetapkan data input yang digunakan sebagai data latih selanjutnya nilai nilai yang ada, akan dilakukan proses inferensi pada setiap variabel untuk menghitung nilai inferensi menggunakan persamaan (3)

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-e)} & ; c \leq x \leq d \end{cases} \quad (3)$$

2) Aplikasi Fungsi Implikasi

Aplikasi fungsi implikasi merupakan proses pembentukan nilai keanggotaan yang diperoleh dari rule yang dibentuk didasarkan pada kombinasi dari variabel suhu udara, kelembaban, kecepatan angin dan perawanan. Kemudian pakar memberikan kesimpulan dari kombinasi variabel yang ada. Pada proses Mesin Inferensi, diterapkan fungsi MIN untuk setiap aturan pada fungsi Implikasinya adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *a predikat* dan z yaitu berdasarkan persamaan (4).

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \text{ untuk setiap } x \in X, \quad (4)$$

1) Defuzzyfikasi

Tahap selanjutnya setelah fungsi implikasi yaitu proses defuzzyfikasi yaitu menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule. Adapun proses defuzzyfikasi yang digunakan adalah metode rata-rata menggunakan persamaan (5)

$$Z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_{25} z_{25} + \dots + \alpha_{108} z_{108}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_{25} + \dots + \alpha_{108}} \quad (5)$$

2) Perhitungan nilai error

Perhitungan nilai error berfungsi untuk menyatakan persentase kesalahan hasil ramalan terhadap keadaan yang sebenarnya. Perhitungan yang digunakan adalah *RMSE* (*Root Mean Square Error*) adapun rumusnya yaitu persamaan (6)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_p - f_p)^2}{n}} \quad (6)$$

Keterangan:

n = banyaknya data

d_p = keluaran prediksi

f_p = keluaran aktual

3) Mencari nilai *Fitness*

Setelah mendapatkan nilai error langkah selanjutnya yaitu mencari nilai *fitness*. Perhitungan nilai *fitness* dilakukan untuk semua kromosom. Rumus *fitness* yang digunakan berdasarkan persamaan (7)

$$Fitness = \frac{1}{RMSE} \quad (7)$$

Keterangan :

RMSE (*Root Mean Square Error*) = nilai *Error* yang didapatkan dari perhitungan prediksi

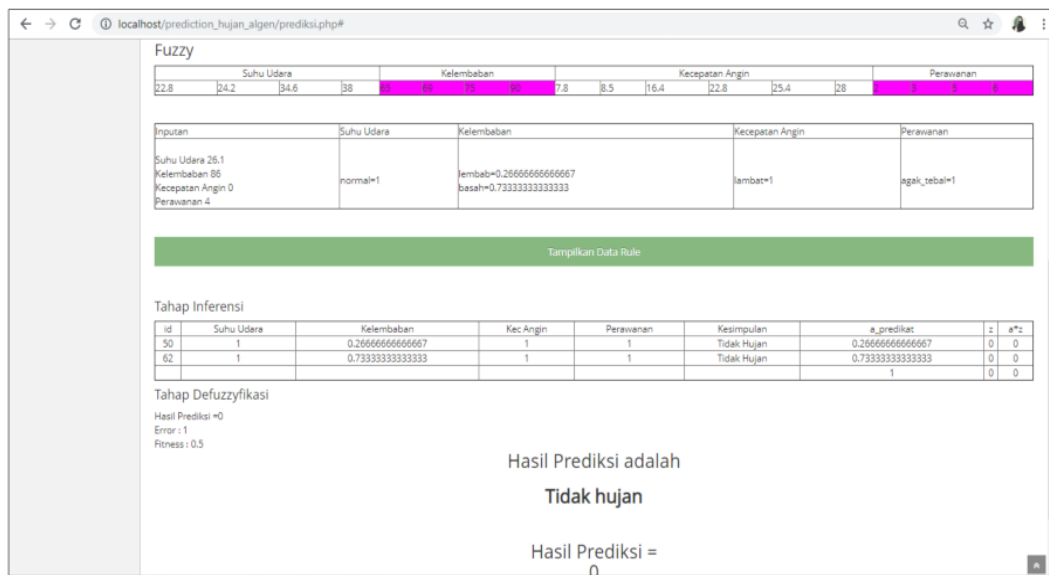
3. Hasil dan Pembahasan

Tahap pertama dalam proses Algoritma Genetika yaitu mendaftarkan populasi awal. Banyak kromosom awal sesuai dengan inputan ukuran populasi yang telah kita inputkan sebelumnya. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 2.

P	Suhu Udara				Kelembaban				Kecepatan Angin				Perawanan					
P0	27.5	33	33.3	36.8	46	49	79	80	9.3	9.3	13.6	16.5	19.1	26.9	2	3	5	6
P1	33.7	35.9	38.7	38.9	32	52	64	73	8.5	12	19.5	25.2	26.3	28.2	2	3	5	6
P2	26.2	31.5	32.9	33.9	47	68	80	84	0.4	5.4	6.5	21.4	23.1	27.3	2	3	5	6
P3	29.2	34.7	35.3	38.6	49	54	72	79	0.9	9	12.1	13.8	24.8	25.5	2	3	5	6
P4	25.6	26.6	27.5	35.4	36	47	52	57	0.4	4.6	6.8	18.9	25.3	29.5	2	3	5	6
P5	22.4	24	31.8	38	34	48	62	73	7.7	12.9	16.3	22.4	26.4	29.4	2	3	5	6
P6	27.7	27.8	33.8	37.3	31	64	85	86	0.7	2.1	14.4	15.9	23	25.6	2	3	5	6
P7	29.3	32.6	37.4	39.6	45	54	68	85	4	6.6	21.1	22.6	25.2	26.3	2	3	5	6
P8	29.7	34.2	35.4	37.2	40	50	50	68	4.6	4.6	6.5	7.1	16.6	23.7	2	3	5	6
P9	28.2	29.4	29.9	34.7	39	70	73	90	6.4	11	22.3	25.8	25.9	29.4	2	3	5	6

Gambar 2. Tampilan Antarmuka Populasi Awal

Tampilan antarmuka Prediksi curah hujan merupakan halaman yang menampilkan hasil prediksi curah hujan. Didalam proses prediksi ini derajat keanggotaan yang digunakan merupakan derajat keanggotaan yang memiliki nilai *fitness* tertinggi yang telah diproses terlebih dulu di menu proses. Untuk melihat proses perhitungan dari hasil prediksi dapat mengklik tampilan hasil perhitungan. Hasil Perhitungan dari prediksi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Tampilan Antarmuka Perhitungan Prediksi Cuaca

Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan nilai aktual dan nilai prediksi. Pengujian akurasi dilakukan dengan 2 metode yaitu menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto (sebelum dioptimasi) dan pengujian menggunakan Fuzzy Tsukamoto dan Algoritma Genetika (Setelah dioptimasi).

Akurasi Hasil Pengujian

Pada tahap penentuan akurasi hasil pengujian sistem optimasi derajat keanggotaan Fuzzy Tsukamoto menggunakan algoritma yaitu dengan melakukan pengujian akurasi. Pada metode jumlah nilai prediksi yang benar akan dibagi dengan jumlah data yang ada kemudian akan dikalikan dengan 100%.

1) Akurasi Hasil Pengujian menggunakan Fuzzy Tsukamoto (Sebelum Optimasi)

Akurasi hasil pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan nilai aktual dan prediksi menggunakan hanya menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Adapun hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Hasil Pengujian Akurasi setelah Optimasi

		Kelas Prediksi			
		Tidak Hujan	Hujan Ringan	Hujan Sedang	Hujan Lebat
Kelas Sebenarnya	Tidak Hujan	1	9	1	0
	Hujan Ringan	0	10	1	0
	Hujan Sedang	1	2	0	0
	Hujan Lebat	0	0	0	0

$$\text{Keakuratan} = \frac{11}{25} \times 100\% = 44\%$$

2) Hasil Pengujian Akurasi menggunakan Fuzzy Tsukamoto dan Algoritma Genetika (Setelah Optimasi)

Akurasi hasil pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan nilai aktual dan prediksi menggunakan metode optimasi Algoritma Genetika. Adapun hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8. Hasil Pengujian Akurasi setelah Optimasi

		Kelas Prediksi			
		Tidak Hujan	Hujan Ringan	Hujan Sedang	Hujan Lebat
Kelas Sebenarnya	Tidak Hujan	8	3	0	0
	Hujan Ringan	0	10	1	0
	Hujan Sedang	0	3	0	0
	Hujan Lebat	0	0	0	0

$$\text{Keakuratan} = \frac{18}{25} \times 100\% = 72\%$$

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari pengujian *whitebox*, pengujian kombinasi *crossover rate / mutation rate*, pengujian akurasi dan pengujian sistem. Didapatkan bahwa, berdasarkan pengujian *whitebox*, dapat dilihat bahwa proses sistem berhasil berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan adanya kesesuaian dari analisa perancangan. Berdasarkan pengujian akurasi di dapatkan hasil akurasi 44% tanpa menggunakan metode optimasi dan akurasi 72 % menggunakan metode optimasi. Sehingga didapatkan peningkatan akurasi sebesar 28%. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data aktual dan data prediksi. Adapun, berdasarkan pengujian sistem dengan menggunakan *User Acceptance Test* diketahui bahwa sistem bisa digunakan untuk Prediksi cuaca di BMKG Kota Pekanbaru.

Daftar Pustaka

- [1] Dewi, C., Kartikasari, D. P., & Mursityo, Y. T. (2014). Prediksi Cuaca Pada Data Time Series Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis). *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 18-24.
- [2] Azizah, E. N., Cholissodin, I., & Mahmudy, W. F. (2015). Optimasi Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Penentuan Harga Jual Rumah. *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, 79-82.
- [3] Fitri, A., & Mahmudy, W. F. (2017). Optimasi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Menggunakan Algoritma Genetika pada Penentuan Prioritas Penerima Zakat. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* Vol. 1, No. 2, 125-138.
- [4] Kurnianingtyas, D., Mahmudy, W. F., & Wahyu, A. W. (2017). Optimasi Derajat Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Diagnosis Penyakit Sapi Potong. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)* Vol. 4, No. 1, 8-18.
- [5] Marbun, Y., Nikentar, N., & Bettiza, M. (2012). Perbandingan Algoritma Genetika dan Particle Swarm Optimization dalam Optimasi Penjadwalan Matakuliah. 1-7.
- [6] Adri, Muhammad. 2015. Penerapan JST (BACKPROPAGATION) Sebagai Prediksi Curah Hujan Studi Kasus : Kota Pekanbaru. Tugas Akhir. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- [7] Yuliza, Rawinda. 2015. Prakiraan Cuaca di Kota Pekanbaru dengan Metode K-Nearest Neighbor. Tugas Akhir. Pekanbaru: Universitas Muhammadiyah Riau.
- [8] Harys, H., Suprayogi, I., & Rinaldi. (2013). Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Prediksi Kejadian Hujan (Studi Kasus: Sub DAS Siak Hulu).
- [9] Fitri Insani, A. R. (2019). Optimasi Biaya Bahan Dan Jasa Pembangunan Rumah Menggunakan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 11 Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau*, 222-229.
- [10] Fitri Insani, I. S. (2015). Expert System Modelling for Land Suitability Based on Fuzzy Genetic for Cereal Commodities : Case Study Wetland Paddy and Corn. *TELKOMNIKA*, 1047-1053.