

Penggunaan Evolving Fuzzy dengan Algoritma Genetika dalam Memprediksi Tren Curah Hujan

Yusni Puspha Lestari^{1,a)}, Triati Dewi Kencana Wungu^{2,b)} dan Suprijadi^{3,c)}

¹Program Magister Sains Komputasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,
Program Studi Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

³Kelompok Keilmuan Fisika Teori Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Program Studi Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} yusni.puspha.lestari@gmail.com (corresponding author)

^{b)} triati@fi.itb.ac.id

^{c)} supri@fi.itb.ac.id

Abstrak

Perubahan iklim, misalnya seperti perubahan pola curah hujan, menyebabkan pengetahuan petani lokal terhadap pola cuaca menjadi tidak dapat diandalkan untuk kepentingan bercocok tanam. Untuk membantu kebutuhan petani tersebut maka pada penelitian ini dibuat suatu sistem ramalan hujan yang dapat memperkirakan curah hujan di masa yang akan datang dengan menggunakan sistem Evolving Fuzzy. Sistem Evolving Fuzzy ini menggunakan metode Fuzzy Logic yang dioptimasi dengan Genetic Algorithm yang diaplikasikan sebagai jalan untuk memprediksi trend curah hujan di hari berikutnya dengan mempertimbangkan aspek data temperatur, kelembapan, lama penyinaran, kecepatan angin, dan curah hujan pada hari ini. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa akurasi prediksi curah hujan dengan metode Evolving Fuzzy dengan Algoritma Genetika sangat dipengaruhi oleh nilai-nilai parameternya, pada penelitian ini perkiraan curah hujan memiliki akurasi hingga sebesar 49%.

Kata-kata kunci: Evolving Fuzzy, Fuzzy Logic, Algoritma Genetika, Perkiraan curah hujan

PENDAHULUAN

Menurut Quiggin and Horowitz pada tahun 2003, perubahan iklim menyebabkan pengetahuan petani lokal tidak sesuai, sebagaimana pola curah hujan yang berubah menyebabkan hama dan penyakit baru bermunculan[1]. Maka kemampuan untuk memprediksi model curah hujan secara *real time* menjadi sebuah kebutuhan. Prediksi curah hujan berguna sebagai acuan petani baik dalam perencanaan tanam pertanian maupun perencanaan irigasi. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian dalam *forecasting* curah hujan dengan penerapan *Fuzzy Inference System* pada enam variabel yaitu suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan angin, tekanan udara, total lapisan awan, dan lama penyinaran matahari, menghasilkan keakuratan prediksi curah hujan sebesar 77,68%[2]. Sebagai perbandingan sistem *Fuzzy Inference*, penelitian ini menggunakan sistem *Evolving Fuzzy* untuk forecasting trend curah hujan. Tren curah hujan dibagi dalam empat(4) kategori yaitu hujan dengan intensitas diatas 1 mm/hari, diatas 20 mm/hari, diatas 50 mm/hari, dan diatas 100 mm/hari[3].

Pada dasarnya *Evolving Fuzzy* adalah sistem *Fuzzy Logic* yang dioptimasi, maka Algoritma Genetika digunakan dalam optimasi pada fungsi keanggotaan dan *rule Fuzzy Logic*. Sebelumnya penggunaan *Evolving Fuzzy* sudah pernah dilakukan dimana *Evolving Fuzzy* digunakan sebagai sistem untuk membangun model termal adaptif dari distribusi trafo dalam *paper* yang berjudul “*Thermal Modeling of Power Transformers Using Evolving Fuzzy Systems*”[4]. Dari penelitian-penelitian tersebut belum ada yang menggunakan *Evolving Fuzzy* dalam *forecasting* curah hujan, oleh sebab itu pada penelitian dibuat sistem perkiraan curah hujan dengan sistem *Evolving Fuzzy*. Selain itu metode *pre-processing* digunakan untuk memperbaiki kekosongan data yang ada. Dengan demikian diharapkan pada penelitian ini dapat membangun sebuah sistem *forecasting* curah hujan yang dapat diandalkan bagi petani lokal di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Input Data Penelitian

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh ke permukaan tanah selama periode atau waktu tertentu. Curah hujan merupakan salah satu elemen yang paling kompleks dari siklus hidrologi untuk dimodelkan karena kompleksitas proses atmosfer yang menghasilkan curah hujan dan variasi yang sangat besar. Pada penelitian ini besarnya curah hujan bergantung pada beberapa variabel yang digunakan sebagai input. Data berupa set data perhari dengan atribut seperti: temperatur, kelembapan, lama penyinaran, kecepatan angin, dan curah hujan pada hari ini. Set data yang digunakan pada penelitian ini didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

Contoh data set dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1.Sampel data set

No.	Tanggal	Suhu rata-rata (Celcius)	Kelembaban rata-rata (%)	Curah hujan (mm)	Lama penyinaran (Jam)	Kecepatan angin (Knot)
1	01/01/2016	24,5	82	24,8	0	2
2	02/01/2016	23,7	86	13,2	9999	2
3	03/01/2016	24,5	80	7,7	3,1	2
4	04/01/2016	23,7	86	37,4	6,2	1
5	05/01/2016	23,7	85	0,2	1,1	1
6	06/01/2016	23	88	26,3	2,9	1
7	07/01/2016	24,8	74	10,8	1,8	1
8	08/01/2016	23,9	76	0	8,7	2
9	09/01/2016	24,2	80	9999	5,6	2
10	10/01/2016	23,4	85	20,2	3,9	1
...

Pada tabel di atas dapat dilihat beberapa elemen data memiliki nilai yang ekstrem. Sebagai contoh, lama penyinaran pada data ke-2 memiliki nilai sebesar 9999, nilai tersebut memiliki arti bahwa data *error* saat dilakukan pengukuran.

Pre-processing

Pre-processing pada penelitian ini dilakukan untuk pembagian *training* dan *testing*, normalisasi, dan menentukan *missing value*.

Pada kenyataannya sering kali data lapangan yang didapatkan cenderung tidak lengkap, memiliki noise, dan tidak konsisten. Maka *pre-processing* digunakan untuk mengisi nilai yang hilang, meminimalisasi noise, dan mengupayakan nilai yang konsisten. Teknik *pre-processing* yang digunakan pada penelitian ini ada dua, yaitu menggunakan nilai median dan dengan memberikan nilai nol pada elemen yang nilainya *error*. Pertama, mencari nilai median untuk menggantikan nilai yang hilang, sebagai contoh pada sebuah data set ada data x yang hilang, maka nilai pada data x diisi dengan nilai median dari nilai data sebelum data x dan nilai data sesudah data x . Sedangkan yang kedua, nilai pada data x yang hilang diisi dengan nilai nol. Menentukan teknik yang akan digunakan dalam *pre-processing* akan menentukan data input yang digunakan dalam *Evolving Fuzzy*. Sehingga hal ini akan mempengaruhi akurasi hasil *forecasting*.

Selain digunakan untuk *testing* sebagian data set juga dibutuhkan untuk *training* sistem, maka data set dibagi dengan proporsi 70% sebagai data training dan 30% sebagai data testing.

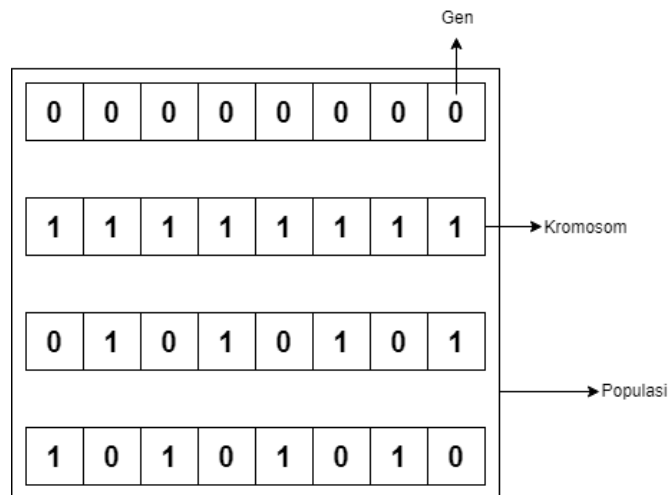
Untuk mentransformasikan nilai aktual ke dalam skala yang lebih kecil, yaitu dalam skala 0,1 - 0,9 maka dilakukan normalisasi pada data set. Nilai normalisasi dihasilkan dengan perhitungan sebagai berikut,

$$\text{Data normalisasi} = \left(\frac{\text{data} - \text{nilai min}}{\text{nilai maks} - \text{nilai min}} \times (0,9 - 0,1) \right) + 0,1 \quad (1)$$

Data adalah nilai elemen data, sedangkan nilai min dan nilai maks adalah besar nilai minimum dan maksimum dari seluruh elemen pada variabel yang sama.

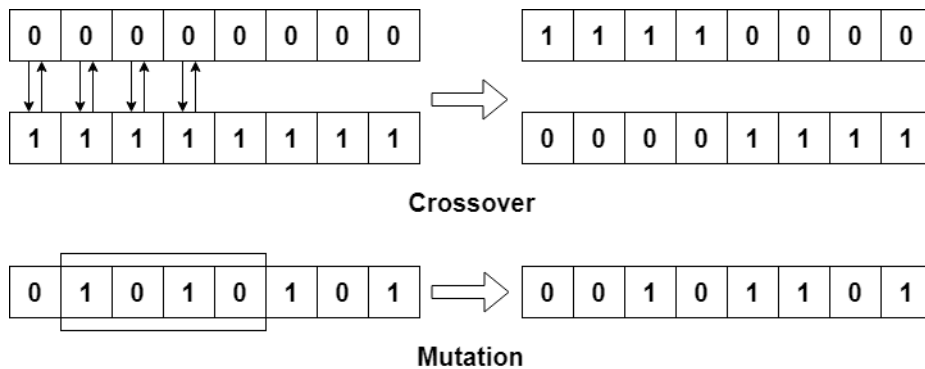
Algoritma Genetika

Algoritma genetika adalah algoritma komputasi yang diinspirasi oleh teori evolusi yang kemudian diadopsi menjadi algoritma komputasi untuk mencari solusi suatu permasalahan. Salah satu aplikasi algoritma genetika adalah pada permasalahan optimasi kombinasi, yaitu mendapatkan suatu nilai solusi optimal terhadap suatu permasalahan yang mempunyai banyak kemungkinan solusi. Proses Algoritma Genetika dimulai dengan menentukan set individu yang disebut Populasi, *Population size* menentukan banyaknya kromosom didalam populasi satu generasi, jika populasi terlalu sedikit maka kemungkinan crossover semakin sedikit, sedangkan jika populasi terlalubanyak maka akan memperlambat proses komputasi. Setiap individu memiliki set variabel yang disebut dengan Gen. Sedangkan banyak Gen yang bergabung dalam satu kesatuan disebut Kromosom. Untuk lebih jelasnya contoh bentuk Gen, Kromosom, dan Populasi dapat di lihat pada gambar 1.



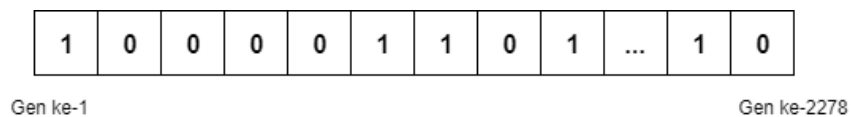
Gambar 1. Gen, Kromosom, Populasi

Adapun operasi pada algoritma genetika adalah *mutation rate* dan *crossover rate*. *Crossover rate* adalah nilai yang menentukan seberapa sering crossover akan dilakukan, jika nilainya nol maka *offspring* yang dihasilkan sama persis dengan *parent*-nya, jika nilai *crossover* ada maka *offspring* memiliki sebagian kromosom *parent*. *Mutation rate* menentukan seberapa sering sebagian kromosom dimutasi, jika tidak ada mutasi *offspring* akan diambil setelah *crossover* tanpa diubah. Sedangkan jika ada mutasi, maka setelah *crossover* bagian kromosom akan diubah. Opererasi *crossover* dan *mutation* dapat digambarkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. *Crossover* dan *Mutation*

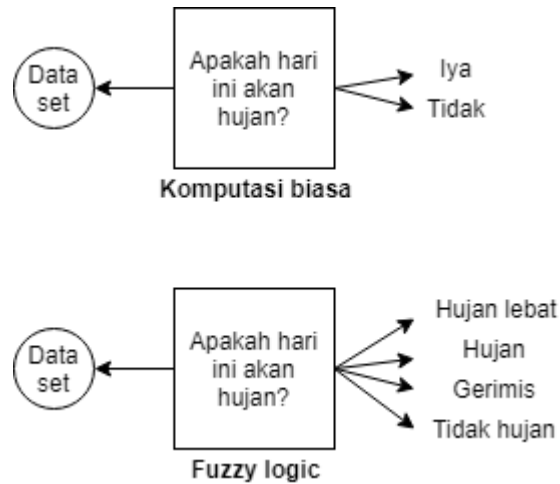
Di dalam GA gen direpresentasikan dalam bentuk biner, jumlah panjang kromosom ditentukan sebanyak 2278 bit seperti pada gambar 3. Panjang kromosom yang digunakan pada sistem didapat dari perhitungan sebagai berikut. Gen ke-1 sampai gen ke-230 didekode menjadi arsitektur fungsi keanggotaan *Fuzzy*, sedangkan gen ke-231 sampai gen ke-2278 didekode menjadi *rule Fuzzy*.



Gambar 3. Contoh representasi gen dalam biner

Fuzzy Logic

Proses pengambilan keputusan dilakukan dengan metode Fussy Logic. Jika pada komputasi pada umumnya hanya menghasilkan BENAR dan SALAH, maka dalam *Fuzzy Logic* pendekatan komputasi berdasarkan pada derajat kebenaran. Contoh perbedaan cara kerja komputasi biasa dan *Fuzzy Logic* dapat dilihat pada gambar 4.

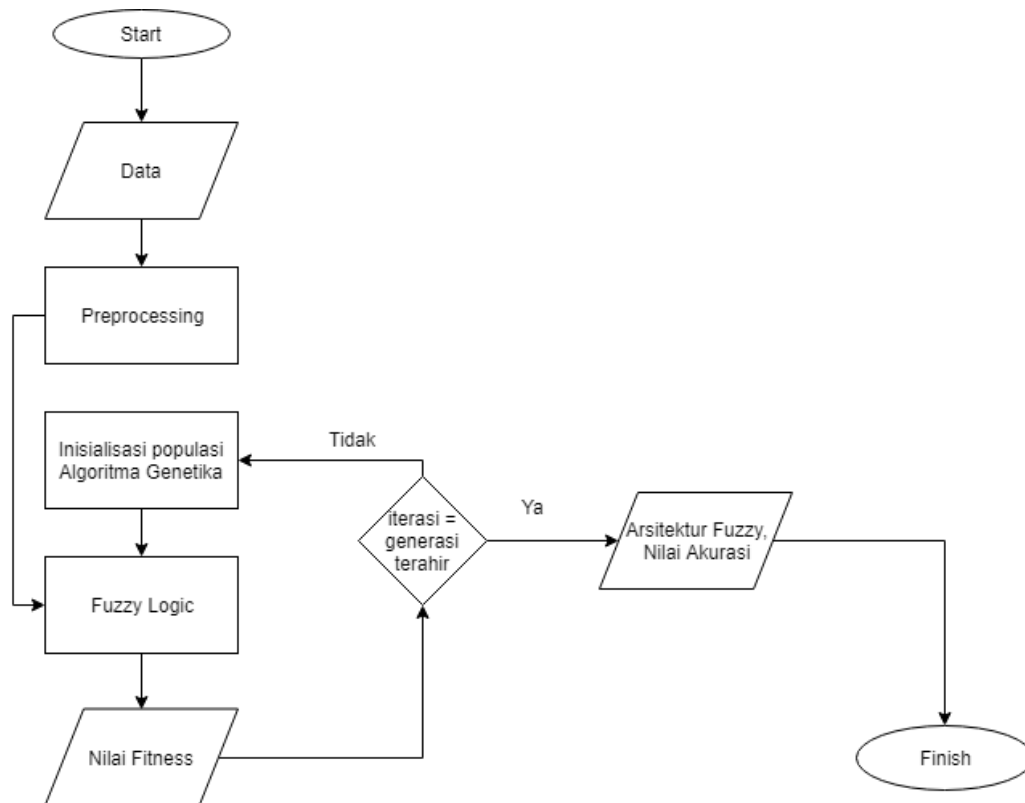


Gambar 4. Pendekatan komputasi pada *Fuzzy Logic*

Himpunan *Fuzzy* didasarkan pada gagasan fungsi mencangkup bilangan real pada interval [0,1]. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item dalam semesta tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun terletak di antaranya.

ALGORITMA

Untuk menjelaskan sistem secara umum, maka disertakan diagram alir yang dapat dilihat seperti pada gambar gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir sistem perkiraan tren curah hujan.

Sistem dimulai dengan melakukan *pre-processing* data input. Setelah proses tersebut selesai, pada blok Fuzzy Logic memperlihatkan bahwa sistem Fuzzy Logic mendapat masukan berupa arsitektur *Fuzzy* dari Algoritma Genetika dan data hasil *pre-processing*, yang kemudian menghasilkan nilai *fitness*. Proses ini diulangi sebanyak nilai jumlah generasi. Nilai akurasi adalah perhitungan akurasi pada generasi yang memiliki nilai *fitness* terbesar.

HASIL PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA HASIL

Pada penelitian ini dilakukan skenario pengujian dengan mengubah nilai pada parameter-parameter di Algoritma Genetika. Ada 2 kondisi yaitu *mutation rate* dan *cross over* yang diubah nilainya untuk melihat perubahan pada nilai MSE (*Mean Square Error*) antara curah hujan aktual dan curah hujan hasil perhitungan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai MSE curah hujan

Populasi		40									
Generasi		100									
		Crossover									
		0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Mutasi	0,05	0,8420 51	0,9618 02	1,5892 66	1,2244 52	1,0112 15	0,8636 21	1,1478 68	0,8589 08	0,8874 65	0,8530 92
	0,15	1,1876 2	0,8574 42	0,8907 94	0,9733 28	0,8523 54	1,6463 58	0,8360 63	0,9380 78	1,0327 28	0,8436 51
	0,25	0,8932 65	0,8446 56	1,0942 48	0,9254 55	1,8112 28	0,8935 07	0,9437 05	1,0091 12	1,0076 26	1,1406 91
	0,35	0,9049 78	0,9245 83	0,9792 56	1,1357 71	1,0921 15	1,0847 47	0,8432 27	1,0351	1,0852 33	0,8793 94
	0,45	1,0004 74	0,8800 67	0,9231 1	0,8346 79	1,2045 38	1,0490 26	1,4932 71	1,2268 03	0,8878 76	0,8784 07
	0,55	0,9051 07	1,2087 9	1,1355 57	0,8458 4	0,9043 59	1,0262	0,8550 43	1,2483 81	1,0251 88	0,9384 38
	0,65	0,9051 07	1,0181 23	0,8531 67	0,9859 35	1,0286 61	1,0665 99	0,8882 99	0,8445 37	0,8795 08	0,9914 22
	0,75	0,8803 27	1,1131 83	0,9144 9	0,8454 99	0,8809 77	1,1766 94	0,8689 31	0,9241 8	0,8299 51	0,8890 77
	0,85	0,9181 87	1,0473 35	0,9090 77	1,4687 74	0,9703 25	1,6221 28	0,8495 75	0,8345 18	0,8669 63	1,0141 14
	0,95	0,9680 63	0,9402 78	0,8499 39	0,8605 82	4,1947	0,9735 37	0,9871 59	0,9471 86	0,8578 9	1,0674 15

Dari tabel pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa nilai dengan nilai *mutation rate* sebesar 0,75 dan nilai *crossover rate* sebesar 0,85 menghasilkan nilai MSE antara curah hujan aktual dan curah hujan perkiraan yang paling kecil sebesar 0,829951. Sehingga nilai *mutation rate* dan *crossover rate* tersebut adalah nilai yang digunakan untuk melakukan perkiraan trend curah hujan. Hasil perhitungan trend curah hujan perhari dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Sebagian hasil perkiraan trend curah hujan

No.	Tanggal	Trend Curah Hujan (Aktual)	Trend Curah Hujan (Perkiraan)
1	01/01/2016	1	3
2	02/01/2016	1	1
3	03/01/2016	1	1

4	04/01/2016	1	1
5	05/01/2016	1	1
6	06/01/2016	1	3
7	07/01/2016	1	1
8	08/01/2016	1	1
9	09/01/2016	1	3
10	10/01/2016	1	1
...

Trend dibagi kedalam 4 kategori sesuai dengan besar curah hujannya. Kategori 1 untuk curah hujan sebesar 1-20 mm/hari, kategori 2 untuk curah hujan sebesar 20-50 mm/hari, kategori 3 untuk curah hujan sebesar 50-100 mm/hari, dan kategori 4 untuk curah hujan diatas 100 mm/hari.

Dari hasil pengujian yang didapatkan pada tabel 3 ditemukan bahwa dari 283 kali pengujian menghasilkan perkiraan yang tepat sebanyak 138 kali dan perkiraan yang salah sebanyak 145 kali. Sehingga dapat disimpulkan akurasi dari penelitian penggunaan *Evolving Fuzzy* dengan Algoritma Genetika dalam memprediksi curah hujan sebesar 49%.

KESIMPULAN

Penelitian ini memperkirakan tren curah hujan dengan metode *Evolving Fuzzy* dan Algoritma Genetika menghasilkan nilai akurasi yang tidak begitu baik, yaitu hanya 49% dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dalam *forecasting* curah hujan dengan penerapan *Fuzzy Inference System* sebesar 77,68%. Hal ini bisa jadi disebabkan karena banyak sekali data input yang tidak tersedia menyebabkan terlalu banyak *missing value* yang perlu dilakukan *pre-processing*, sehingga proses *training* dan *testing* menjadi tidak maksimal. Sebaiknya sistem menggunakan data input yang tidak memiliki nilai *error* atau data input yang memiliki nilai *error* sekecil mungkin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Makalah ini didanai oleh oleh program riset ITB 2018 dan Riset Pusat Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) kemenristekdikti 2018.

REFERENSI

1. Quiggin JC, Horowitz JK, 2003. "Costs of Adjustment to Climate Change" oleh *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 47, 429-446.
2. Navianti, Dynes R, dkk, Penerapan "*Fuzzy Inference System* pada Prediksi Curah Hujan di Surabaya Utara" oleh JURNAL SAINS DAN SENI ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-928X.
3. <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=tren-curah-hujan>. Diakses pada 15 Mei 2018.
4. Souza, L.M., dkk, 2012. "*Thermal Modeling of Power Transformers Using Evolving Fuzzy Systems*" oleh *Engineering Applications of Artificial Intelligence* Vol. 25, 980-988.