

**Peramalan Intensitas Curah Hujan Menggunakan *Radial Basis Function* dan *Improved Particle Swarm Optimization***

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 Pada  
Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

Muhammad Abdur Rosyid Dakhilullah

NIM : 09021181722002

Jurusan Teknik Informatika  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Peramalan Intensitas Curah Hujan Menggunakan *Radial Basis Function* dan *Improved Particle Swarm Optimization*

Oleh :

Muhammad Abdur Rosyid Dakhilullah

NIM : 09021181722002

Palembang, 01 Maret 2020

Pembimbing I

Pembimbing II,

Dr. Abdiansah., S.Kom., M.Cs  
NIP. 198410012009121005

Nama Pembimbing II  
NIP.

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Rifkie Primartha, M.T.  
NIP. 197706012009121004

## DAFTAR ISI

### Halaman

Peramalan Intensitas Curah Hujan Menggunakan <i>Radial Basis Function</i> dan <i>Improved Particle Swarm Optimization</i> .....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii

### BAB I PENDAHULUAN.....I

1.1	Pendahuluan .....	I-1
1.2	Latar Belakang .....	I-1
1.3	Rumusan Masalah .....	I-3
1.4	Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5	Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6	Batasan Masalah.....	I-4
1.7	Sistematika Penulisan.....	I-5
1.8	Kesimpulan.....	I-6

### BAB II KAJIAN LITERATUR.....II

2.1	Pendahuluan .....	II-1
2.2	Runtun Waktu ( <i>time series</i> ).....	II-1
2.3	Studi Terkait Mengenai Prediksi Intensitas Curah Hujan .....	II-3
2.4	Jaringan Syaraf Tiruan (JST) .....	II-4
2.5	<i>Radial Basis Function</i> (RBF) .....	II-6
2.6	Klusterisasi .....	II-6
2.7	<i>K-Means Clustering</i> .....	II-7
2.8	Optimasi .....	II-8
2.9	<i>Particle Swarm Optimization</i> .....	II-8
2.10	<i>Improved Particle Swarm Optimization</i> .....	II-8

2.11	Normalisasi Data dan Denormalisasi Data.....	II-9
2.12	Pengukuran Kinerja .....	II-10
2.13	Evaluasi .....	II-10
2.14	Peramalan .....	II-11
2.15	Intensitas Curah Hujan .....	II-11
2.16	<i>Rational Unified Process</i> (RUP) .....	II-12
2.17	Kesimpulan.....	II-12

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....III

3.1	Pendahuluan .....	III-1
3.2	Unit Penelitian .....	III-1
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	III-1
3.3.1	Jenis dan Sumber Data.....	III-1
3.3.2	Metode Pengumpulan Data.....	III-2
3.4	Tahapan Penelitian .....	III-2
3.4.1	Menentukan Ruang Lingkup dan Unit Penelitian.....	III-2
3.4.2	Menemukan Dasar Teori yang Berkaitan dengan Penelitian	III-3
3.4.3	Menetapkan Kriteria Pengujian .....	III-4
3.4.4	Menentukan Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	III-6
3.4.5	Menetapkan Format Data Pengujian.....	III-6
3.4.6	Melakukan Analisa Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan Penelitian.....	III-7
3.4.7	Melakukan Pengujian Penelitian.....	III-7
3.5	Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	III-9
3.6	Manajemen Proyek Penelitian.....	III-9
3.7	Kesimpulan.....	III-10

### DAFTAR PUSTAKA

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Pendahuluan

Bab ini berisi pokok-pokok pikiran yang melandasi pembuatan skripsi. Pokok-pokok pikiran tersebut meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat yang diperoleh dalam melakukan penelitian serta batasan masalah.

### 1.2 Latar Belakang

Rata-rata curah hujan di Indonesia cukup tinggi, yaitu sekitar 2.000 mm/tahun. Hal ini disebabkan wilayah Indonesia terletak di daerah tropis. Oleh sebab itu, iklim di Indonesia adalah tropis lembab, yaitu iklim tropis yang banyak mengandung uap air, rata-rata curah hujan yang tinggi berpengaruh terhadap sebagian besar mata pencaharian penduduk, yaitu sector pertanian. Wilayah yang mempunyai curah hujan yang tinggi antara lain Sumatera, Jawa, Kalimantan (Hestiyanto, 2006) **(1. mengapa curah hujan?)**.

Intensitas curah hujan yang tinggi menjadi salah satu faktor alam yang menjadi penyebab bencana banjir dan tanah longsor. Prediksi curah hujan sangat sulit untuk dimodelkan karena kompleksitas proses atmosfer melibatkan pola nonlinear yang agak kompleks. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem untuk memprediksi intensitas curah hujan secara efektif dan akurat (Sedki et al., 2009) **(2. mengapa intensitas curah hujan?). [1. obyek penelitian]**

Menurut Sam et al.(2017) dalam penelitiannya yang mengevaluasi tujuh metode machine learning berkesimpulan bahwa *Radial Basis Function*, *Support Vector Regression* dan *Genetic Programming* adalah algoritma terbaik pada

umumnya, dimana *Radial Basis Function* (RBF) secara statistik dilakukan dengan pendekatan rantai Markov yang paling umum digunakan dengan prediksi curah hujan. **[2. metode-metode yang ada]**

SVR merupakan metode yang dapat menghasilkan performansi yang bagus karena dapat mengatasi masalah overfitting (Santoso, 2007). Namun, *Support Vector Regression* (SVR) memiliki kelemahan parameter yang tidak ditentukan sehingga susah untuk menentukan parameter yang optimal. **[3. kelebihan dan kelemahan metode yang ada]**

Radial Basis Function (RBF) merupakan salah satu model yang dapat digunakan dalam JST. RBF terdiri dari algoritma pelatihan dengan pembelajaran terawasi (*supervised*) dan tidak terawasi (*unsupervised*) yang dipakai secara bersamaan. RBF memiliki lapisan masukan (*input*), lapisan tersembunyi (*hidden*) dan lapisan keluaran (*output*). Algoritma dari RBF sangat baik digunakan untuk penyelesaian masalah peramalan atau *forecasting* (Kusumadewi, 2010) **(3. mengapa radial basis function?)**. RBF hanya memiliki bobot pada jaringan yang terhubung dari lapisan *hidden* ke lapisan *output*, fungsi aktivasi digunakan pada lapisan *hidden* dan menghasilkan nilai berupa persamaan nonlinear, sedangkan pada lapisan *output* merupakan hasil akhir proses RBF yang berupa nilai persamaan linear. **[4. masalah pada metode yang dipilih]**

*Improved Particle Swarm Optimization* diusulkan dikarenakan *particle swarm optimization* (PSO) dipengaruhi oleh masalah konvergensi lambat dan konvergensi premature maka dari itu, dilakukan peningkatan pada bobot inersia dan faktor pembelajaran agar dapat meningkatkan performansi dari metode

*particle swarm optimization* dan struktur dari RBF. Sehingga, RBF tidak hanya memberikan fungsi secara penuh pada kemampuan generalisasi dan pemetaannya, namun juga dapat meningkatkan kecepatan konvergensi dan memperkuat kemampuan belajar (Weijie et al., 2016) **(4. mengapa improved particle swarm optimazation?). [5. solusi perbaikan metode]**

Oleh karena itu diusulkan metode *radial basis function* yang dikombinasikan dengan *improved swarm particle optimization* dalam melakukan peramalan intensitas curah hujan yang efektif dan akurat. **[6. rangkuman tujuan penelitian]**

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hasil penerapan metode *Radial Basis Function* dan *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO) dalam mengembangkan perangkat lunak untuk peramalan intensitas curah hujan.
2. Mengetahui tingkat akurasi hasil peramalan intensitas curah hujan menggunakan metode *Radial Basis Function* dan *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO).

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan perangkat lunak untuk peramalan intensitas curah hujan menggunakan metode *Radial Basis Function* dan *Improved*

*Particle Swarm Optimization* (IPSO) sebagai pembelajaran dan untuk memprediksi intensitas curah hujan.

2. Melakukan pengukuran akurasi dalam peramalan intensitas curah hujan menggunakan metode *Radial Basis Function* dan *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO) pada perangkat lunak.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Membantu pembelajaran mahasiswa ilmu komputer dalam mengembangkan penggunaan dari *radial basis function* dan *improved swarm optimization* untuk sebuah perangkat lunak.
2. Membantu pengguna umum maupun peneliti dalam memprediksi intensitas curah hujan.

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Data yang akan digunakan dalam pelatihan dan pengujian adalah data intensitas curah hujan di kota Palembang pada tahun 2005-2016
2. Metode *Radial Basis Function* (RBF) dioptimalisasi menggunakan algoritma *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO).
3. Evaluasi terhadap hasil prediksi intensitas curah hujan menggunakan *mean square error* (MSE).
4. Data uji yang digunakan berasal dari BMKG Stasiun Klimatologi Kelas 1 Kenten Palembang.
5. Data diambil dari tahun 2005 sampai 2016 dengan tipe data per bulan.



## **1.7 Sistematika Penulisan**

Penyusunan skripsi ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai pokok-pokok pikiran yang melandasi pembuatan penelitian, seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

### **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Pada bab ini membahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti definisi dan algoritma reduksi dimensi, teknik pengklasteran dan perhitungan evaluasinya serta beberapa kajian literatur mengenai penelitian lain yang relevan dengan penelitian ini.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini membahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian. Seperti pengumpulan data, analisis data, serta perancangan sistem yang akan dibangun. Masing-masing rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci mengacu pada suatu kerangka kerja.

#### **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bab ini membahas mengenai analisis dan perancangan perangkat lunak yang akan digunakan sebagai alat penelitian. Dimulai dari pengumpulan dan analisa kebutuhan, rancangan dan konstruksi perangkat lunak serta pengujian untuk memastikan semua kebutuhan pengembangan perangkat lunak sesuai dengan dengan kebutuhan.

#### **BAB V. HASIL DAN ANALISA PENELITIAN**

Pada bab ini diuraikan hasil pengujian berdasarkan langkah-langkah yang telah direncanakan. Tabel hasil pengujian serta analisisnya disajikan sebagai basis dari kesimpulan yang akan diambil dalam penelitian ini.

#### **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari semua uraian-uraian pada bab-bab sebelumnya dan juga saran yang diberikan berdasarkan hasil dari penelitian.

##### **1.8 Kesimpulan**

Dari pendahuluan ini, telah diuraikan secara umum pokok-pokok pikiran yang melandasi penelitian yang akan dilakukan, meliputi latar belakang dan rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

## **BAB II**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.1 Pendahuluan**

Pada bab 1 dijelaskan bahwa rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil prediksi intensitas curah hujan dari penggabungan metode *Radial Basis Function* (RBF) dan algoritma *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO). Untuk memahami fundamental objek penelitian, penulis akan melakukan *literature review* terhadap jurnal, buku, dan artikel yang terkait dengan metode *Radial Basis Function* (RBF) dan algoritma *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO), *Time Series Prediction* dan perhitungan evaluasi prediksi.

#### **2.2 Runtun Waktu (*Time Series*)**

Runtun waktu adalah pengamatan pada serangkaian data yang diurutkan berdasarkan waktu yang memiliki jarak seragam. Data dikumpulkan selama beberapa waktu pada interval waktu yang teratur. Sehingga runtun waktu adalah kumpulan data yang direkam selama periode waktu seperti mingguan, bulanan, kuartalan, atau tahunan (Htet et al., 2015). Beberapa aplikasi runtun waktu digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan, salah satunya adalah *time series prediction*. *Time series prediction* yaitu memprediksi urutan waktu menggunakan rangkaian nilai historis untuk mengembangkan sebuah model prediksi nilai masa depan yang sesuai dengan pola masa lalu (Lee and Ko, 2009). Secara umum, dalam menganalisa deret waktu terbagi menjadi dua kategori,

pertama, algoritma prediksi yang mana tujuannya untuk memprediksi nilai  $x$  pada waktu  $t+1$  memberikan titik data historis yang tersedia dan kedua yaitu mengetahui peristiwa dalam deret waktu. Menemukan sebuah kejadian berarti mendeteksi variasi pola-pola waktu yang tidak biasa dan member label sebagai kejadian khusus (Kattan et.al., 2015). Dalam memodelkan suatu pola dalam sistem secara langsung bukanlah hal yang mudah, sehingga diperlukan identifikasi terhadap pola data yang akan diteliti. Pola runtun waktu terbagi menjadi 4 (empat), yaitu *horizontal*, *trend*, *seasonal*, dan *cyclical* (Hanke dan Wichren, 2005). Pola musiman (*seasonal*) adalah pola yang umumnya sering digunakan. Serangkaian data dapat diklasifikasikan dalam dua bentuk yaitu spesifik dan tipikal itulah yang menjadi kelebihan dari pola musiman. Pola gerakan data atau nilai-nilai variabel dapat diikuti atau diketahui dengan adanya data berkala, sehingga data berkala dapat dijadikan sebagai dasar untuk (Hasan, 2005) :

1. Pengambilan keputusan.
2. Peramalan pada masa yang akan datang.
3. Perencanaan kegiatan untuk masa yang akan datang.

Dengan demikian, data berkala berkaitan dengan data statistik yang dicatat dan diselidiki dalam *interval* waktu tertentu. Dalam runtun waktu terdapat dua jenis data berkala berdasarkan jumlah variabel yang diamati, yaitu *univariate time series* dan *multivariate time series*.

### 2.3 Studi Terkait Mengenai Prediksi Curah Hujan

Penelitian yang dilakukan Wu et al.(2015) mengenai prediksi curah hujan menggunakan *radial basis function* dengan pendekatan *hybrid particle swarm optimization* dan *generic algorithm* menguji tiga buah model terhadap 180 sampel tervalidasi memberikan kesimpulan bahwa model RBF-HPSOGA merupakan model yang paling baik diantara dua model lainnya yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 93% dibandingkan RBF-NN sebesar 69% dan RBF-GA sebesar 84%. Oleh karena itu, RBF-HPSOGA dinilai lebih efektif dan dapat diketahui juga bahwa HPSOGA mampu menjangkau semua optima global peramalah curah hujan.

Menurut Vivekanandan (2014) dalam penelitiannya yang membahas mengenai prediksi curah hujan menggunakan metode *multi layer perceptron* (MLP) dan *radial basis function* (RBF) dikarenakan curah hujan di setiap tempat dan waktu memiliki intensitas yang berbeda-beda. Maka, diperlukan model untuk dapat menganalisis data dalam beberapa waktu untuk mendapatkan informasi yang dapat diandalkan dalam mendukung keputusan. Oleh karena itu, dalam pelatihan dan pengujiannya MLP lebih optimal pada dua daerah yaitu atner sebesar 92,9% dan multai sebesar 97%. Sedangkan RBF lebih optimal pada daerah darni dengan persentase sebesar 99,4%.

Menurut Mislán et al.(2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Prediksi Curah Hujan Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan : Studi Kasus di Stasiun

Tenggarong, Kalimantan Timur - Indonesia. Penelitian ini menggunakan algoritma *Backpropagation Neural Network* (BPNN) untuk memprediksi curah hujan dengan mempelajari dan menganalisa pola non-linier dari data sebelumnya untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih akurat dengan kesalahan minimum data curah hujan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data dari tahun 1986 sampai 2003 untuk pelatihan dan data dari tahun 2004 sampai 2008 untuk pengujian. Penelitian ini diuji dengan menggunakan *mean square error* (MSE) memberikan hasil 0.00099613.

Menurut Abhishek et al.(2012) dalam penelitiannya yang berjudul “Model Peramalan Cuaca Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan”, untuk memprediksi cuaca menggunakan data 10 tahun terakhir dari tahun 1999-2009 dengan parameter seperti suhu maksimum, suhu minimum, kecepatan angin di stasiun tertentu dan hari-hari tertentu. Input dataset terdiri dari 365 sampel yang sesuai dengan 365 hari dalam setahun. Data dimasukkan ke dalam format excel yang kemudian di impor ke aplikasi MATLAB. Dari 365 sampel, 60% sampel diambil sebagai data uji, 20% sampel diambil sebagai data validasi dan 20% sampel sebagai data uji independen untuk mengukur kinerja jaringan syaraf tiruan.

## **2.4 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)**

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. Ide mendasar jaringan syaraf tiruan mengadopsi mekanisme berpikir sebuah system atau aplikasi yang menyerupai otak manusia, baik untuk pemrosesan berbagai sinyal elemen yang

diterima, toleransi terhadap kesalahan/*error* dan juga *parallel processing*. Secara umum, jaringan syaraf tiruan terdiri dari :

1. *Input Layer*, yang mengandung beberapa neuron input yang berfungsi sebagai masukan.
2. *Hidden Layer*, yang merupakan tempat terjadinya proses utama dalam jaringan syaraf tiruan.
3. *Output Layer*, yang mengandung beberapa output neuron sebagai fungsi keluaran.
4. Fungsi Aktivasi, berfungsi sebagai sinapsis.

Secara umum peramalan yang dilakukan JST merupakan peramalan runtut waktu (*time series*) sebagai masukan neuron *input*, adapun *output* merupakan hasil yang diinginkan pada proses pelatihan berdasarkan pola-pola data masa lalu. Data tersebut digunakan untuk menentukan bobot yang optimal setelah bobot optimal dihasilkan dari proses pelatihan, bobot-bobot tersebut digunakan untuk menentukan nilai peramalan selanjutnya. Ada dua algoritma dalam pembelajaran JST, yaitu pembelajaran terawasi (*supervised*) dan tak terawasi (*unsupervised*).

Pada proses pembelajaran terawasi, JST dilakukan pelatihan dengan cara diberikan data latih yang terdiri atas pasangan *input* dan target (*desired output*) yang ingin dicapai. Proses pelatihan dilihat dan diawasi dengan memperhatikan perubahan *error*. Pelatihan dilanjutkan atau dihentikan jika *error* makin membaik atau justru sebaliknya, semakin besar. Sedangkan proses pembelajaran tak terawasi bertujuan mencari pola atau fitur pada data input dan tanpa menggunakan data target yang diinginkan. Data pelatihan hanya terdiri dari data masukan saja.

## 2.5 *Radial Basis Function (RBF)*

*Radial Basis Function* (RBF) merupakan salah satu pembelajaran jaringan syaraf tiruan berbentuk *multilayer perceptron*. RBF terdiri dari 3 lapisan layer yaitu *layer* masukan yang bercabang, *layer hidden* atau lapisan tersembunyi dan *layer output* atau lapisan keluaran, dimana pada setiap *layer hidden* memiliki fungsi aktivasi dan secara keseluruhan transformasi jaringan dari input ke output bersifat non-linier (Zhang and Wei, 2016). Sedangkan pada *layer output* sebagai lapisan keluaran penyebaran secara *linear* dari lapisan tersembunyi untuk mendapatkan parameter bobot yang sesuai pada pelatihan dan untuk mendapatkan nilai output.

Seperti dalam Friedhelm et al.(2016) *radial basis function* (RBF) merupakan jaringan syaraf tiruan yang lebih baik dari *multi layer perceptron*. Pelatihan *radial basis function* melibatkan dua tahap. Pertama, setiap pusat neuron dan lebar harus diberi nilai. Kedua, matriks bobot  $w$  harus dicari dalam proses pelatihan. Kesulitan dalam menerapkan jaringan RBF terletak pada pelatihan jaringan, yang harus mencakup pemilihan variabel yang tepat, jumlah node yang tersembunyi, dan perkiraan parameter (yaitu, pusat fungsi basis, lebar, bobot) jaringan RBF.

## 2.6 **Klusterisasi**

Klusterisasi (*Clustering*) merupakan suatu metode pengelompokkan berdasarkan kedekatan atau kemiripan. *Clustering* dibagi menjadi kelompok-kelompok berdasarkan pada kedekatan dari suatu karakteristik sample yang ada.



Adapun beberapa algoritma dalam melakukan *clustering* antara lain *K-means*, *Fuzzy Clustering Means* (FCM) dan *Hierarchical Clustering*. Alfina et al.(2011) dalam penelitiannya melakukan perbandingan metode *clustering* yaitu *K-means* dan gabungan antara *Hierarchical Clustering* dan *K-means*, dari penelitian tersebut dihasilkan bahwa dari segi metode, algoritma *K-means*, dari penelitian tersebut dihasilkan bahwa dari segi metode, algoritma *K-means* menghasilkan varian *cluster* yang tersebar jika dibandingkan metode *K-means* yang pusatnya *clusternya* diinisialisasi dari algoritma *Hierarchical Clustering*. Ini berarti metode *K-means* tidak dapat menghasilkan *cluster* yang lebih baik jika dibandingkan dengan kombinasi metode *Hierarchical Clustering* dan *K-means*.

## **2.7 *K-means Clustering***

*K-means Clustering* merupakan metode *clustering* berbasis jarak yang membagi data-data yang akan dikelompokkan. Pada algoritma ini, pusat *cluster* atau *centroid* dipilih pada awal secara acak dari sekumpulan koleksi (populasi) data. Kemudian *K-Means* menguji masing-masing komponen didalam populasi data dan menandai komponen tersebut ke salah satu *centroid* yang telah didefinisikan sebelum berdasarkan jarak minimum antara komponen (data) dengan masing-masing *centroid*. Posisi *centroid* akan dihitung kembali sampai semua komponen dikelompokkan ke setiap *centroid* dan terakhir akan terbentuk posisi *centroid* baru. Iterasi ini akan terus dilakukan sampai tercipta kondisi konvergen (Utomo, 2010).

## 2.8 Optimasi

Optimasi adalah salah satu teknik yang paling sering digunakan untuk menemukan kondisi optimal dari sistem ilmiah. Maka, algoritma optimasi yaitu sekelompok algoritma matematika yang digunakan dalam pembelajaran mesin untuk menemukan alternatif terbaik yang tersedia (Shu-kai and Yin-yin, 2007).

## 2.9 *Particle Swarm Optimization (PSO)*

*Particle Swarm Optimization* (PSO) adalah teknik optimasi berbasis populasi yang dikembangkan oleh James Kennedy dan Russ Eberhart pada tahun 1995. Teknik ini terinspirasi oleh tingkah laku sosial pada kawanan burung yang terbang berduyun-duyun atau gerombolan ikan yang berenang berkelompok. PSO diinisialisasi dengan populasi partikel yang diposisikan secara acak di ruang pencarian (Widodo, 2016). Setiap partikel dalam populasi memiliki dua vektor, yaitu vektor kecepatan dan vektor posisi. Algoritma PSO bersifat rekursif, yang memotivasi pencarian sosial di antara partikel-partikel di ruang pencarian (Zhang et al., 2015).

## 2.10 *Improved Particle Swarm Optimization*

Bobot inersia berperan penting dalam menyeimbangkan antara proses eksplorasi dan eksploitasi. Berat inersia menentukan peran dari kecepatan partikel sebelumnya terhadap kecepatan selanjutnya. Dalam meningkatkan kinerja PSO dan menyelesaikan permasalahan optimasi yang sering terjadi pada PSO, salah satunya adalah mudah terjebak pada *local minima*. *Local minima* atau nilai

minimum lokal adalah nilai minimum di wilayah kurva yang dipilih/dalam suatu ruang pencarian.

Oleh karena itu dalam penelitian ini bobot inertia ditingkatkan performanya menggunakan metode *linearly decreasing inertia weight* (LDIW-PSO). LDIW-PSO sangat efisien apabila parameter yang digunakan seperti batas kecepatan partikel (*velocity clamping*) diatur dengan benar. Pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa LDIW-PSO mengungguli varian PSO lainnya yang diadopsi pada proses perbandingan. Berikut adalah persamaan *linearly decreasing inertia weight* yang digunakan.

## 2.11 Normalisasi Data dan Denormalisasi Data

*Preprocessing* data merupakan tahapan penting dalam proses menemukan pengetahuan, karena kualitas keputusan ditentukan dari data-data yang berkualitas (Kamar and Chadha, 2012). Oleh karena itu, untuk mengenali pola data dengan mudah didalam pelatihan dan pengujian serta dapat diandalkan sehingga akurasi yang dihasilkan meningkat perlu melakukan standarisasi semua *dataset* menggunakan proses normalisasi data. Metode normalisasi yang digunakan tergantung dengan data yang akan dinormalisasi. Adapun metode normalisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah normalisasi *min-max*.

Kelebihan dari metode *min-max* adalah keseimbangan nilai perbandingan antar data saat sebelum dan sesudah proses normalisasi dan tidak ada data bias yang dihasilkan oleh metode ini. Persamaan yang digunakan untuk normalisasi *min-max* adalah sebagai berikut :

Dimana pada penelitian ini nilai *new max* adalah 1 dan *new min* adalah 0. Setelah pelatihan dan pengujian telah dilakukan, maka nilai keluaran yang dihasilkan oleh JST harus dikembalikan lagi ke dalam nilai asli untuk mengetahui jumlah dari hasil peramalan. Konversi nilai ini disebut denormalisasi. Adapun menurut Siang (2005) persamaan yang digunakan untuk denormalisasi adalah sebagai berikut :

### **2.12 Pengukuran Kinerja**

Pengukuran kinerja adalah proses untuk mencapai hasil yang diinginkan. Hasil peramalan yang akurat adalah hasil yang *bias* meminimalkan kesalahan peramalan. Pada penelitian perhitungan error menggunakan metode *root mean square error* yang berfungsi untuk mengukur kesalahan yang diakibatkan keacakan data dalam proses *training* atau pelatihan yang dapat mempengaruhi akurasi data yang dihasilkan, serta berfungsi sebagai ambang batas pada proses komputasi (Wahyuningrum, 2012). Berikut ini adalah proses perhitungan dari *root mean square error* (RMSE) :

### **2.13 Evaluasi**

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari prediksi yang dihasilkan oleh sistem. Tingkat keberhasilan ini berdasarkan hasil prediksi yang relevan dengan data asli maupun yang tidak relevan atau tidak sesuai dengan data asli. Konsep evaluasi yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai akurasi. Akurasi didapatkan dari perbandingan terhadap jumlah data yang relevan atau

sesuai dengan data asli dengan seluruh jumlah data yang ada dan kemudian dikonversikan ke bentuk persentase sesuai dengan persamaan.

#### **2.14 Peramalan**

Peramalan adalah suatu teknik untuk meramalkan keadaan di masa yang akan datang melalui pengujian keadaan di masa lalu. Pada dasarnya meramalkan sama halnya dengan memprediksi atau memperkirakan suatu hal, kejadian atau peristiwa masa datang yang berdasarkan pada masa lalu hingga saat ini. Menurut Sumwayang (2003) peramalan merupakan sebuah kalkulasi perhitungan bersifat objektif dengan penggunaan data dari masa lalu, untuk menentukan sesuatu di masa yang akan datang. Dalam penelitian lain yang dilakukan Heizer dan Barry (2001) mendefinisikan bahwa peramalan (*Forecasting*) adalah seni dan ilmu memprediksi kejadian-kejadian yang terjadi di masa depan dengan menggunakan data historis dan menghubungkannya ke masa depan dengan menggunakan beberapa model matematis.

#### **2.15 Intensitas Curah Hujan**

Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Hujan dipengaruhi oleh angin, suhu, temperature dan tekanan (Santoso, 2006). Berdasarkan intensitas, curah hujan dibedakan menjadi tiga yaitu hujan sedang yang berada diantara 20 dan 50 mm perhari, hujan lebat berada diantara 50 dan 100 mm perhari, dan hujan sangat lebat berada diatas 100 mm perhari (Sutriadikusumah, 2007)>

## **2.16 *Rational Unified Process (RUP)***

Pada penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *Rational Unified Process (RUP)*. RUP merupakan suatu pendekatan yang mengatur tugas-tugas serta tanggung jawab pada organisasi pengembang perangkat lunak (Krutchen, 2004). RUP menggunakan konsep berorientasi objek, dengan aktifitas yang berfokus pada pengembangan model menggunakan *Unified Model Language (UML)*.

## **2.17 Kesimpulan**

Dari pemahaman kajian literatur yang disusun, telah jelas diuraikan teori-teori yang berkaitan dengan metode yang digunakan dalam penelitian. Dipaparkan pula beberapa penelitian lain yang berkaitan dengan peramalan intensitas curah hujan mana yang lebih efektif. Teori pada bab ini akan digunakan untuk menjelaskan pekerjaan terkait pada peramalan intensitas curah hujan. Lalu keputusan dari bab ini berperan untuk merencanakan pengembangan sistem berdasarkan metodologi yang akan dijelaskan pada bab berikutnya.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendahuluan**

Bab ini akan menjelaskan unit dan tahapan penelitian yang diimplementasikan, metodologi penelitian serta manajemen proyek penelitian. Tahapan penelitian dijadikan sebagai acuan pada setiap fase pengembangan dan memberikan sebuah solusi untuk rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian.

#### **3.2 Unit Penelitian**

Dalam penelitian ini yang digunakan sebagai unit penelitian adalah BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Kenten Palembang yang menyediakan informasi mengenai prakiraan cuaca, kualitas udara, informasi iklim dan prakiraan gempa bumi di kota Palembang.

#### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Data merupakan objek penelitian yang akan diuji dan diteliti yang kemudian dianalisa sesuai dengan tujuan penelitian.

##### **3.3.1 Jenis dan Sumber Data**

Data yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah jenis data sekunder berupa data intensitas curah hujan, yang bersumber dari BMKG Stasiun

Klimatologi Kelas I Kenten Palembang. Jumlah data yang digunakan sebanyak 144 data. Data yang diperoleh dalam format .txt atau .xlsx. Hasil yang didapatkan kemudian akan digunakan sebagai data penelitian untuk digunakan sebagai parameter yang digunakan untuk menghitung nilai intensitas curah hujan pada lima tahun ke depan.

### **3.3.2 Metode Pengumpulan Data**

Data didapatkan secara langsung pada dari BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Kenten Palembang berupa data kuantitatif intensitas curah hujan, kemudian dokumen disalin ke dalam file berekstensi .xlsx dan disimpan dalam satu *folder* yang sama.

## **3.4 Tahapan Penelitian**

Untuk mengetahui peran metode *Radial Basis Function* (RBF) dan algoritme *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO) terhadap peramalan intensitas curah hujan, maka dilakukan beberapa tahapan penelitian yang akan dijelaskan pada subbab 3.4.1 sampai dengan 3.4.6 sebagai berikut:

### **3.4.1 Menentukan Ruang Lingkup dan Unit Penelitian**

Pada tahap ini menggunakan metode studi kepustakaan. Pembahasan tentang batasan masalah telah dijelaskan pada Bab I dan unit penelitian juga telah dijelaskan pada bab III subbab 3.2.

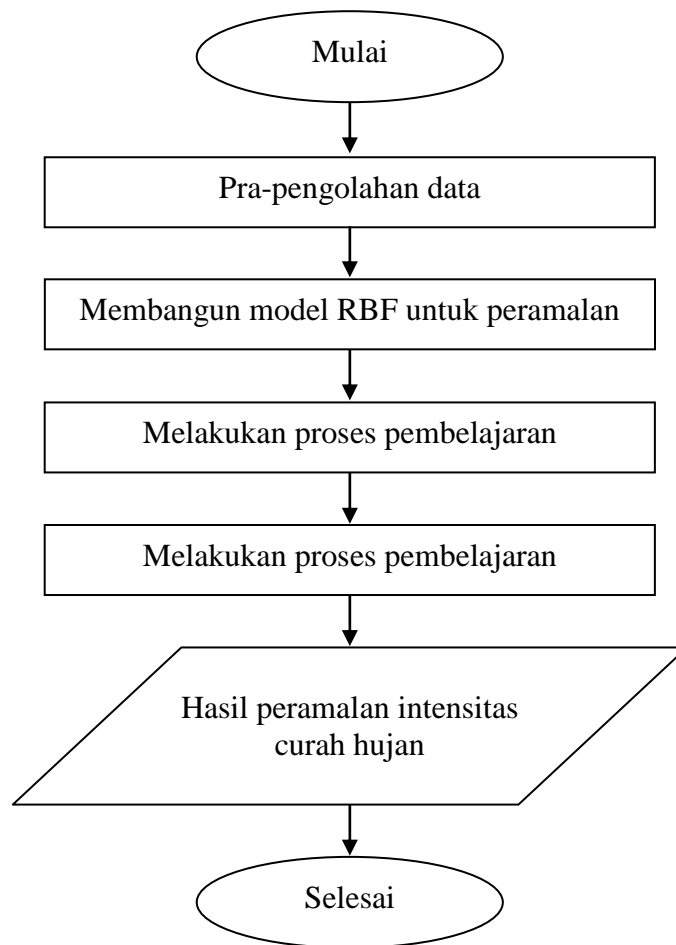


### **3.4.2 Menemukan Dasar Teori yang Berkaitan dengan Penelitian**

Secara umum beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis metode *Radial Basis Function* (RBF) dan *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO).
2. Mengumpulkan data.
3. Melakukan pra-pengolahan pada data penelitian.
4. Melakukan pengembangan perangkat lunak.
5. Melakukan proses pengujian.
6. Melakukan analisis terhadap hasil pengujian.
7. Membuat Kesimpulan

Serta dalam melakukan pengujian penelitian, data uji akan melalui beberapa tahapan yang secara rinci meliputi pra-pengolahan data, membangun model RBF-IPSO untuk prediksi, pembelajaran dan pengujian, dan mendapat hasil peramalan intensitas curah hujan menggunakan RBF.



Gambar III-1. Diagram Alur Proses Pengujian Data

Penjelasannya :

1. Pra-pengolahan Data

Ketika data sudah terkumpul yaitu data yang di dapat dari BMKG Stasiun Klimatologi Kelas 1A Kenten Palembang dalam bentuk data per bulan dari intensitas curah hujan. Data tersebut kemudian diproses terlebih dahulu tujuannya agar terdapat perbedaan antara data sebelum dip roses dan setelah dip roses. Pada tahapan pra-pengolahan data, data dinormalisasi menjadi sigmoid biner dengan rentang 0-1 menggunakan

metode *min-max normalization* agar data dapat digunakan untuk proses pelatihan maupun proses pengujian.

## 2. Membangun Model RBF-IPSO untuk Prediksi

Dalam penelitian ini yang merupakan *time series prediction* terdapat 12 pola data, yang digunakan untuk memprediksi intensitas curah hujan pada bulan januari hingga desember. Setiap pola data memiliki 60 buah masukan dengan tiga buah *hidden layer* yang menghasilkan satu buah keluaran.

## 3. Pembelajaran *Radial Basis Function* (RBF)

Setelah dilakukan proses normalisasi dengan rentang antara 0 dan 1 dan memodelkan jaringan RBF. Data diolah menggunakan *k-means clustering* untuk membantu dalam pencarian fungsi objektif yang optimal. Algoritma *improved particle swarm optimization* (IPSO) bersifat rekrusif dalam pencarian pada ruang dimensi, dimana terdapat nilai *fitness* partikel maupun nilai *fitness* global yang didapatkan dari fungsi objektif *k-means clustering*. Sehingga menghasilkan pusat *cluster* yang sesuai. Pusat *cluster* sesuai apabila fungsi objektif pada (t+1) sama dengan nilai fungsi objektif t. Selanjutnya, untuk mendapatkan bobot dilakukan proses perhitungan *pseudoinverse*. Sehingga menghasilkan bobot dari *radial basis function*.

## 4. Pengujian *Radial Basis Function* (RBF)

Kemudian, bobot yang dihasilkan disubstitusikan ke dalam proses pengujian/prediksi. Terlebih dahulu, menghitung pusat data dan

*Gaussian function* dari data pengujian. Pada pengujian data yang digunakan yaitu data intensitas curah hujan sebanyak 72 data yaitu sebesar 50% dari data.

#### 5. Hasil Prediksi Intensitas Curah Hujan

Setelah proses pengujian maka akan menghasilkan nilai intensitas curah hujan. Hasil intensitas curah hujan yang didapat dari hasil prediksi akan dicocokkan dengan intensitas curah hujan yang sesungguhnya.

#### 3.4.4 Menentukan Alat yang Digunakan dalam Penelitian

Untuk melakukan penelitian mengenai peran metode *Radial Basis Function* (RBF) dengan algoritma *Improved Particle Swarm Optimization* (IPSO) terhadap hasil prediksi intensitas curah hujan dibutuhkan alat penelitian. Oleh karena itu, penulis akan mengembangkan sebuah perangkat lunak yang dapat melakukan proses prediksi intensitas curah hujan.

#### 3.4.5 Menetapkan Format Data Pengujian

Pada tahapan pengujian penelitian, data hasil peramalan intensitas hujan akan digambarkan dalam Tabel III-1.

Tabel III-1. Format Data Pengujian

No	Bulan	Tahun	Intensitas Curah Hujan	Kategori

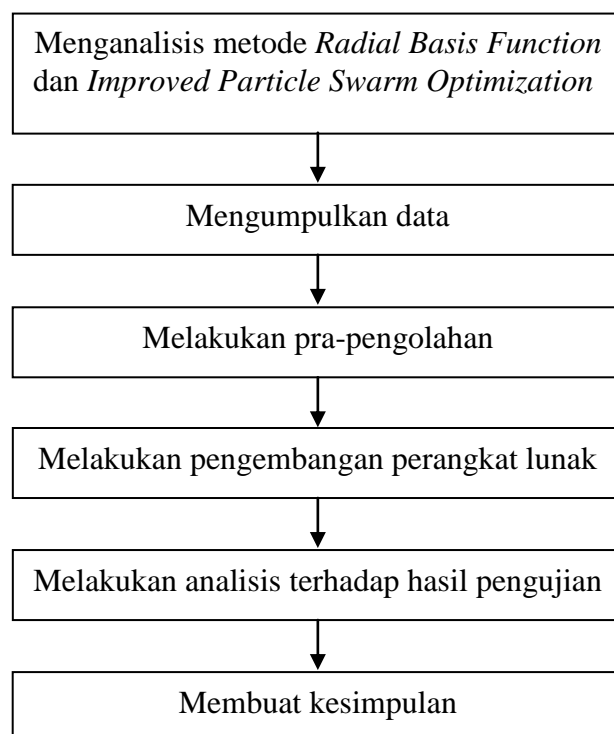
### 3.4.6 Melakukan Analisa Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan

#### Penelitian

Untuk mengetahui hasil kinerja metode *Radial Basis Function* dan algoritma *Improved Particle Swarm Optimization* yaitu output yang di dapat setelah dilakukan proses denormalisasi akan di bandingkan dengan nilai asli intensitas curah hujan yang didapat dari BMKG Stasiun Klimatologi Kelas IA Palembang. Setelah mendapatkan hasil analisa pengujian penelitian, maka langkah selanjutnya adalah membuat kesimpulan penelitian.

### 3.4.7 Melakukan Pengujian Penelitian

Beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar III.2



Gambar III-2. Diagram Tahapan Penelitian

Penjelasannya :

1. Menganalisis metode *Radial Basis Function*

Tahapan pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah menganalisa metode *Radial Basis Function*.

2. Mengumpulkan data

Data pada penelitian ini yaitu berupa data intensitas curah hujan selama 12 tahun terakhir yang didapat pada BMKG Stasiun Klimatologi Kelas 1A Kenten Palembang.

3. Melakukan pra-pengolahan pada data penelitian

Data asli merupakan bilangan bulat yang didapatkan dari alat ukur perhitungan masing-masing parameter mulai dari satuan, puluhan, ratusan hingga ribuan, sedangkan data untuk *input* metode *Radial Basis Function* yaitu antara 0 sampai 1. Karena itu dilakukan proses pra-pengolahan agar data bisa menjadi *input* metode RBF.

4. Melakukan pengembangan perangkat lunak

Pengembangan perangkat lunak menggunakan *Rational Unified Process*. Alasan menggunakan RUP adalah untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pengguna (user requirements) dan dapat diselesaikan tepat waktu.

5. Melakukan proses pengujian

Proses pengujian perangkat lunak yaitu *black-box testing* dan metode pengujian perangkat lunak. *Black-box testing* adalah pengujian yang didasarkan pada detail aplikasi seperti tampilan aplikasi, fungsi-fungsi

yang ada pada aplikasi, dan kesesuaian alur fungsi kebutuhan perangkat lunak.

6. Melakukan analisis terhadap hasil pengujian

Setelah dilakukan pengujian perangkat lunak maka tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis hasil. Apakah perangkat lunak sesuai dengan tujuan pembuatan dan apakah perangkat lunak yang dihasilkan berfungsi dengan baik dan juga apakah perangkat lunak memberikan hasil yang akurat.

7. Membuat kesimpulan

Tahap terakhir yaitu membuat kesimpulan terhadap perangkat lunak yang dibangun.

### **3.5 Metode Pengembangan Perangkat Lunak**

Metode yang diterapkan dalam pengerjaan penelitian ini berorientasi pada objek menggunakan metode *Rational Unified Process* (RUP). Metode rekayasa perangkat lunak ini mengumpulkan bermacam *best practices* pada industry pengembangan suatu perangkat lunak. Dengan menggunakan konsep *object oriented*, RUP menggunakan *Unified Model Language* (UML) pada pengembangan modelnya.

### **3.6 Manajemen Proyek Penelitian**

Manajemen proyek merupakan perencanaan aktivitas penelitian dari tahap inisialisasi masalah sampai dengan pada tahap kesimpulan dari penelitian.

### **3.7 Kesimpulan**

Dari penjabaran metode penelitian yang akan dilakukan, telah jelas diuraikan tahapan dan langkah-langkah penelitian serta spesifikasi alat yang dibutuhkan. Didukung pula dengan penjadwalan penelitian agar proses penelitian tidak mengalami kemunduran dan diselesaikan pada waktu yang diharapkan. Selanjutnya dilakukan proses pengembangan perangkat lunak yang kemudian digunakan sebagai alat penelitian dan membantu memberikan hasil penelitian.



## DAFTAR PUSTAKA

- Wu, J., Jin, L., & Liu, M. (2015). Evolving RBF neural networks for rainfall prediction using hybrid particle swarm optimization and genetic algorithm. *Neurocomputing*, 148, 136-142.
- Lee, C., & Ko, C. (2009). Time series prediction using RBF neural networks with a nonlinear time-varying evolution PSO algorithm. *Neurocomputing*, 73, 449-460.
- Sedki, A., Ouazar, D., & El Mazoudi, E. (2009). Evolving neural network using real coded genetic alghoritm for daily rainfall-runoff forecasting. *Expert System with Applications*, 36(3), 4524-4527.
- Vivekanandan, N. (2014). Prediction of Rainfall Using MLP and RBF Networks. *International Journal of Advanced Networking and Applications*, 5(4), 1974.
- Abhishek, K., Kumar, A., Ranjan, R., & Kumar, S. (2012, July). A rainfall prediction model using artificial neural network. In *Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)*, 2012 IEEE (pp. 82-87). IEEE.