

**APLIKASI PREDIKSI NILAI SISWA SEKOLAH DASAR
MENGUNAKAN METODE *RADIAL BASIS
FUNCTION* BERBASIS *WEB*
(STUDI KASUS : SDN 19 SUNGAI RAYA)**

^[1]Reni Afriani, ^[2]Sampe Hotlan Sitorus, ^[3]Uray Ristian

^[1]^[2]^[3] Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

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

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail: ^[1]frnreni@gmail.com, ^[2]sitorus.hotland@gmail.com, ^[3]eristian@siskom.untan.ac.id

ABSTRAK

Guru harus memperhatikan perkembangan nilai tiap siswa melalui nilai semester sebelumnya agar mempunyai gambaran nilai untuk semester berikutnya. Oleh karena itu dibuat suatu penelitian yang dapat membantu guru memprediksi nilai siswa dengan menerapkan metode *Radial Basis Function*. *Radial Basis Function* merupakan salah satu bentuk jaringan syaraf yang terdiri dari 3 lapisan yaitu lapisan masukan, tersembunyi dan keluaran. Dalam pembangunan sistem dengan *Radial Basis Function* terdapat 2 tahap yaitu pelatihan dan pengujian. Terdapat beberapa parameter yang digunakan pada proses pelatihan yaitu iterasi, minimum *error*, dan laju pembelajaran. Dari hasil pelatihan didapatkan parameter terbaik pada iterasi 100 dan 200 dengan laju pembelajaran 0,1. Pengujian dilakukan pada parameter tersebut dan didapat nilai MAPE yang berbeda-beda. MAPE merupakan pengukuran *error* antara data aktual dengan data peramalan atau prediksi. Semakin kecil nilai MAPE maka nilai ketepatan prediksi semakin tinggi. Pada mata pelajaran PAI didapat MAPE 3.1575%, mata pelajaran PKN didapat MAPE 5.1489%, mata pelajaran BI didapat MAPE 3.8189%, mata pelajaran Matematika didapat MAPE 2.8203%, mata pelajaran IPA didapat MAPE 2.5509 %, dan mata pelajaran IPS didapat MAPE 2.9132 %.

Kata Kunci : *Radial Basis Function*, Iterasi, Minimum *error*, Prediksi Nilai, MAPE

1. PENDAHULUAN

Kemajuan suatu bangsa sangat ditentukan oleh kualitas pendidikan. Oleh karena itu pendidikan sebagai sarana untuk mencerdaskan kehidupan bangsa memiliki peranan yang sangat strategis [1].

Guru berperan penting dalam dunia pendidikan. Salah satu peran guru yaitu memperhatikan perkembangan nilai tiap siswa yang biasa dilakukan dengan melihat nilai raport dari semester sebelumnya sehingga guru mempunyai gambaran nilai siswa pada semester berikutnya. Dalam hal ini, guru hanya dapat mengira-ngira berdasarkan nilai pada semester sebelumnya tanpa memperhatikan nilai siswa dari tahun-tahun sebelumnya. Guru tentu membutuhkan waktu yang cukup lama apabila harus melihat nilai siswa dari tahun-tahun sebelumnya dengan jumlah siswa yang banyak.

Dari permasalahan diatas dibutuhkan suatu solusi yang dapat membantu guru dalam memprediksi nilai siswa untuk semester yang akan datang dengan memperhatikan nilai siswa dari tahun-tahun sebelumnya dan tidak

membutuhkan waktu lama. Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dengan memanfaatkan kemajuan dalam bidang komputer dan informatika untuk membuat suatu aplikasi yang dapat memprediksi nilai siswa. Dengan adanya sistem ini akan membantu guru dalam memprediksi nilai siswa. Metode yang digunakan untuk melakukan prediksi yaitu *Radial Basis Function*. *Radial Basis Function* merupakan salah satu metode jaringan syaraf *multilayer* yang terdiri dari 3 lapisan yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran [2].

Ririn Uktarini (2012) melakukan penelitian tentang Pengembangan Perangkat Lunak menggunakan Metode *Radial Basis Function Network* untuk Prediksi Penyakit Kanker Payudara dengan *error* yang dihasilkan saat proses pelatihan sebesar 7% pada *epoch* 150 [3]. Stefanus Santosa (2016) melakukan penelitian tentang Model Prediksi Penyakit Ginjal Kronik menggunakan *Radial Basis Function* dengan akurasi 93,75% pada learning rate 0,2 dan *epoch* sekitar 2000[4]. Y.A Lesnussa (2015)

melakukan penelitian tentang Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi Kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon) dengan akurasi 60% [5].

Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang prediksi prestasi siswa dan berdasarkan penelitian-penelitian yang telah menerapkan metode *Radial Basis Function*, akan dibuat penelitian yang dapat memprediksi prestasi siswa berupa nilai dengan menerapkan metode *Radial Basis Function*. Penelitian yang dibuat dapat membantu dan mempermudah guru sekolah dasar dalam memprediksi nilai siswa. Adapun penelitian yang akan dibuat yaitu Aplikasi Prediksi Nilai Siswa menggunakan Metode *Radial Basis Function* Berbasis *Web*. Aplikasi ini dibuat berbasis *web* agar guru bisa menggunakannya dimana saja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Seperti halnya otak manusia, jaringan syaraf tiruan juga terdiri dari beberapa *neuron* dan ada hubungan antara *neuron-neuron* tersebut. Beberapa *neuron* akan mentransformasikan informasi yang diterimanya melalui sambungan keluaran menuju *neuron-neuron* pada lapisan lain. Kumpulan dari *neuron-neuron* inilah yang akan membentuk suatu arsitektur jaringan. Beberapa arsitektur dalam jaringan syaraf tiruan diantaranya jaringan lapisan tunggal, jaringan lapisan banyak, dan jaringan lapisan kompetitif[6].

Jaringan syaraf tiruan disajikan sebagai model *neuron* biologis dan sebagai komponen konseptual untuk rangkaian yang dapat melakukan tugas-tugas komputasi seperti emulasi, analisa, prediksi, dan asosiasi. Jaringan syaraf tiruan dapat belajar dan menghasilkan aturan atau operasi dari beberapa contoh. Dari contoh tersebut menghasilkan *output* dan membuat prediksi tentang kemungkinan *output* yang akan muncul atau menyimpan karakteristik dari *input* yang disimpan kepadanya [7].

2.2 Preprocessing Data

Ada dua tahapan yang harus dilakukan untuk persiapan data agar dataset siap untuk diproses ke dalam jaringan yaitu normalisasi data dan partisi data. Data biasanya

dinormalisasi pada interval 0-1. Pada penelitian ini, data-data yang dinormalisasi yaitu nilai tugas, nilai ulangan umum (uts/uas), nilai praktek, nilai ulangan harian dan nilai target. Perhitungan nilai-nilai tersebut menggunakan persamaan normalisasi yang didefinisikan pada Persamaan 1[8]:

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Keterangan:

x' = Hasil data normalisasi

x = Data yang dinormalisasi

max = Nilai maksimum

min = Nilai minimum

Kemudian dilakukan partisi data yaitu membagi keseluruhan data menjadi data latih dan data uji. Data latih yang digunakan yaitu dari periode tahun 2016/2017 genap akhir sampai periode tahun 2018/2019 genap mid. Data uji yang digunakan yaitu data periode 2018/2019 genap akhir.

2.3 K-Means

K-means merupakan algoritma pengelompokan iteratif yang melakukan partisi set data ke dalam sejumlah K *cluster* yang sudah ditetapkan di awal. Metode K-means ini mengelompokkan data input menjadi beberapa kelompok atau *cluster* sehingga nilai pusat dan varian setiap *cluster* dapat dihitung. Parameter yang harus dimasukkan ketika menggunakan algoritma K-means adalah nilai K .

Pada penelitian ini K-means digunakan untuk mendapatkan parameter yang optimal pada metode *Radial Basis Function* yaitu dengan menentukan kombinasi yang tepat antara jumlah variabel dan node pada lapisan tersembunyi.. Adapun Algoritma K-Means adalah sebagai berikut [9]:

1. Tentukan nilai K sebagai jumlah *cluster* yang diinginkan.
2. Pilih K dari set data masukan (x) sebagai *centroid* (Titik pusat).
3. Hitung jarak terdekat antara masing-masing data masukan terhadap titik pusat dengan Persamaan 2:

$$d = \sqrt{\sum (x_1 + c_j)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

d = Jarak terdekat pada masing-masing data

x = Data Masukan (NT, UTS/UAS, NP, dan NUH)

c_j = Titik Pusat (*centroid*) ke j

4. Hitung kembali *centroid* berdasarkan data yang mengikuti *cluster* masing-masing dengan Persamaan 3:

$$c_j = \frac{1}{Nk} \sum_{i=1}^{Nk} x_{ji} \quad (3)$$

Keterangan:

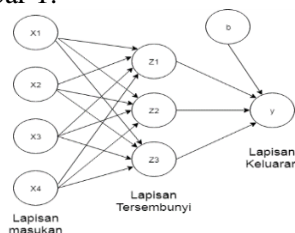
Nk = Jumlah data yang tergabung dalam sebuah *cluster*

x_{ji} = Nilai masukan yang terhubung pada *cluster*

5. Ulangi langkah 3 dan 4 hingga kondisi konvergen tercapai (posisi jarak terdekat pada masing-masing *cluster* sudah tidak mengalami perubahan).

2.4 Radial Basis Function

Radial Basis Function merupakan salah satu bentuk jaringan syaraf *multilayer* yang terdiri dari tiga lapisan yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran. Lapisan masukan menerima suatu vektor x yang kemudian dibawa ke lapisan tersembunyi untuk diproses sehingga menghasilkan nilai masukan terbaru. Nilai yang dihasilkan dari lapisan tersembunyi dikirim menuju lapisan keluaran untuk diproses kembali sehingga menghasilkan keluaran pelatihan [10]. Arsitektur *Radial Basis Function* yang terdiri dari 3 lapisan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur *Radial Basis Function*

Pada Gambar 1 merupakan arsitektur *Radial Basis Function* dengan 4 neuron lapisan masukan (x), 3 neuron lapisan tersembunyi (z) dan 1 neuron keluaran (y). Jumlah neuron masukan dan neuron keluaran tergantung dari kebutuhan sistem, sedangkan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi perlu ditentukan agar didapat hasil pelatihan optimal. Untuk mendapatkan nilai keluaran pada lapisan tersembunyi digunakan suatu fungsi aktivasi yaitu fungsi *Gaussian* yang dinyatakan dengan Persamaan 4:

$$\Phi(x) = e^{-\frac{\sum |x-c^2|}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

Keterangan:

$\Phi(x)$ = Keluaran Lapisan tersembunyi (z)

C = Nilai titik tengah dari vektor masukan

σ = Nilai sebaran (spread) dari vektor masukan.

x = Nilai Masukan (NT, UTS/UAS, NP dan NUH)

Sebelum melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai lapisan tersembunyi, hitung terlebih dahulu nilai sebaran (spread) yang diperlukan dalam proses perhitungan lapisan tersembunyi dengan Persamaan 5 [11]:

$$\sigma = \frac{d_{max}}{\sqrt{m_1}} \quad (5)$$

Keterangan:

σ = Nilai sebaran (spread)

d_{max} = Jarak maksimum pada d_1 , d_2 dan d_3

m_1 = Jumlah *centroid* (titik pusat)

Selanjutnya yaitu menghitung nilai lapisan keluaran (y) menggunakan Persamaan 6:

$$y = \sum w_j \cdot \Phi(x) + b \quad (6)$$

Keterangan:

y = Nilai lapisan keluaran

w_j = Bobot lapisan keluaran ke j

$\Phi(x)$ = Keluaran Lapisan Tersembunyi

2.5 Parameter-parameter Radial Basis Function

Terdapat beberapa parameter-parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan metode *Radial Basis Function*, diantaranya:

1. *Input* atau Masukan
2. *Hidden Layer* atau Lapisan Tersembunyi
3. *Output* atau Keluaran
4. Fungsi Aktivasi
5. *Epoch* atau Iterasi
6. *Error*
7. Laju Pembelajaran atau *Learning Rate*

2.6 Algoritma Radial Basis Function

Berikut merupakan algoritma pada metode *Radial Basis Function*[12]:

1. Menentukan neuron pada lapisan tersembunyi.
2. Cari nilai titik pusat c dengan menggunakan algoritma k -means dengan Persamaan 2. Tentukan nilai sebaran (*spread*) menggunakan Persamaan 5.
3. Inisialisasi nilai bobot w dengan nilai 0 dan bias dengan nilai 1. Tentukan nilai laju pembelajaran pelatihan sebesar 0,1, nilai minimum *error* yang ingin dicapai sebesar 0,00001 dan maksimum epoch pelatihan sebesar 100, 200 dan 300.
4. Hitung keluaran pada lapisan tersembunyi
5. Hitung nilai keluaran *Radial Basis Function* menggunakan Persamaan 4.

6. Hitung selisih kesalahan antara target dan keluaran jaringan menggunakan Persamaan 11.
7. Ubah bobot dan bias pada lapisan keluaran dengan Persamaan 7 dan Persamaan 8:

$$w_{baru} = w_{lama} + \alpha (t_k - y_k) \Phi(x) \quad (7)$$

$$b_{baru} = b_{lama} + \alpha (t_k - y_k) \quad (8)$$
8. Ulangi langkah 5 sampai 7 sehingga nilai error mencapai target minimum error dan iterasi yang diinginkan.

2.7 Least Means Square (LMS)

Algoritma *Least mean square* merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk memperbarui (*update*) bobot. Algoritma LMS mempunyai perhitungan sederhana dengan melakukan proses untuk mengoreksi bobot-bobot jaringan dengan meminimalisir fungsi rata-rata kuadrat. Secara matematis algoritma LMS dituliskan dengan Persamaan 9 [13]:

$$w(k+1) = w(k) + \alpha [d(k) - y(k)]x(k) \quad (9)$$

Keterangan:

- w(k+1) = Bobot baru
- w(k) = Bobot sebelumnya
- α = laju pembelajaran
- x(k) = nilai masukan pada bobot w
- d(k) = nilai target yang diinginkan
- y(k) = nilai keluaran sistem.

2.8 Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. MSE merupakan rata-rata selisih kuadrat antara nilai yang diramalkan dan yang diamati. [14]. Rumus untuk menghitung MSE ditunjukkan pada Persamaan 10:

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(X_t - F_t)^2}{n} \quad (10)$$

Keterangan:

- X_t = Data aktual pada periode t
- F_t = Nilai prediksi pada periode t
- n = Jumlah Data

2.9 Denormalisasi Data

Denormalisasi data dilakukan untuk memperoleh nilai yang sebenarnya. Persamaan denormalisasi yang digunakan ditunjukkan pada Persamaan 11 [8].

$$x = x'(x_{max} - x_{min}) + x_{min} \quad (11)$$

Keterangan:

- x = Data denormalisasi
- x_{max} = Nilai maksimum
- x_{min} = Nilai minimum

2.10 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Nilai MAPE dapat dihitung dengan Persamaan 12 [14]:

$$MAPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \quad (12)$$

Keterangan:

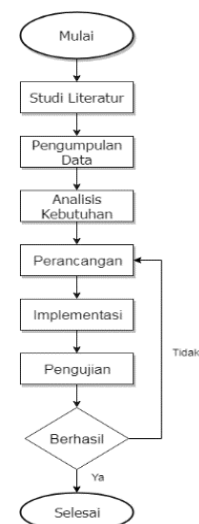
- X_t = Data aktual pada periode t
- F_t = Nilai prediksi pada periode t
- n = Jumlah Data

2.11 Kriteria Ketuntasan Minimal

Kriteria ketuntasan minimal (KKM) yaitu kriteria paling rendah untuk menyatakan siswa atau peserta didik mencapai ketuntasan. Penetapan KKM pada satuan pendidka seperti sekolah dasar dilakukan sebelum awal tahun ajaran baru dimulai. Kriteria ketuntasan minimal ditetapkan oleh satuan pendidikan berdasarkan hasil musyawarah guru mata pelajaran di satuan pendidikan atau beberapa satuan pendidikan yang memiliki karakteristik yang sama [15].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan rencana penelitian untuk menerapkan sistem yang dibuat. Penelitian dilakukan dengan 7 tahap yaitu studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Studi literatur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengumpulkan bahan-bahan dari banyak sumber terkait penelitian yang diambil. Literatur yang digunakan berupa jurnal ilmiah, buku-buku, dan data-data yang dapat digunakan untuk mendukung tercapainya tujuan penelitian.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data nilai siswa kelas 6 pada 6 mata pelajaran dari periode tahun 2016/2017 genap akhir sampai periode tahun 2018/2019 genap akhir. Data-data nilai siswa yang terkumpul sebanyak 189 data dimana 168 untuk data pelatihan dan 21 untuk data pengujian.

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dari sistem yang akan dibuat. Analisis kebutuhan pada penelitian ini terdiri dari kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan kebutuhan perangkat lunak (*software*).

Perancangan sistem pada penelitian ini mencakup membuat data *flow diagram* (DFD) untuk merancang aliran data aplikasi, membuat ERD, membuat diagram blok, membuat *flowchart* rancangan sistem secara umum, *flowchart* pelatihan dan *flowchart* pengujian, merancang tabel *database* serta membuat *mockup* rancangan antarmuka halaman aplikasi. Pengguna pada penelitian ini terdiri dari admin dan guru yang mempunyai tugasnya masing-masing.

Pada tahapan implementasi, rancangan program serta rancangan tampilan aplikasi yang telah ditentukan sebelumnya diimplementasikan menjadi suatu sistem penerapan metode *Radial Basis Function* untuk prediksi nilai siswa.

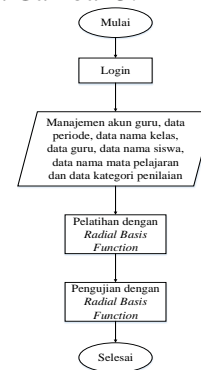
Pengujian dilakukan setelah seluruh sistem selesai dibuat yang dilakukan pada masing-masing mata pelajaran. Kinerja sistem dapat dilihat dari nilai MAPE yang dihasilkan pada proses pengujian, dimana semakin kecil nilai MAPE maka nilai ketepatan pengujian semakin tinggi sehingga ketepatan hasil prediksi akan semakin tinggi juga.

4. PERANCANGAN

4.1 Rancangan Sistem

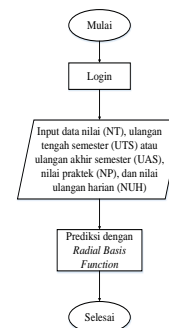
Rancangan sistem yang akan dibangun merupakan model jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi nilai siswa sekolah dasar di SDN 19 Sungai Raya menggunakan metode *Radial Basis Function* berbasis *web*. Pada rancangan sistem ini terdiri dari dua pengguna yaitu admin dan guru yang mempunyai akses berbeda.

Flowchart rancangan sistem untuk admin ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Rancangan Sistem Admin

Pada proses pelatihan data yang digunakan yaitu data nilai dari periode tahun 2016/2017 genap akhir sampai periode tahun 2018/2019 genap mid. Pada proses pengujian data yang digunakan yaitu data nilai periode tahun 2018/2019 genap akhir. Untuk *flowchart* rancangan sistem bagian guru ditunjukkan pada Gambar 4.

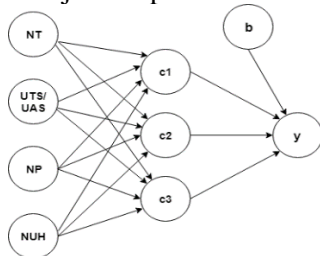


Gambar 4. *Flowchart* Rancangan Sistem Guru

Gambar 4 merupakan rancangan sistem guru. Guru memasukkan nilai yaitu NT, NUH, NP dan UTS untuk periode ganjil mid dan genap mid. Untuk periode ganjil akhir dan genap akhir yaitu NT, NUH, NP dan UAS. Data-data tersebut kemudian diproses dengan perhitungan menggunakan metode *Radial Basis Function* untuk mendapatkan keluaran yang berupa hasil prediksi nilai siswa pada periode berikutnya. Gambar 3 merupakan *flowchart* sistem secara umum.

Pada penelitian ini digunakan beberapa parameter dalam proses perhitungan dengan metode *Radial Basis Function*. Parameter-parameter yang digunakan dalam proses pelatihan yaitu neuron *input*, neuron lapisan tersembunyi, neuron keluaran, *minimum error*, fungsi aktivasi, *learning rate* dan iterasi. Pada sistem terdiri dari 4 data masukan yaitu NT,

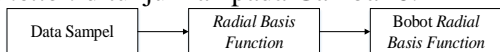
UTS, NP dan NUH pada periode ganjil mid dan genap mid. Pada periode ganjil akhir dan genap akhir yaitu NT, UAS, NP, dan NUH. Jumlah neuron lapisan tersembunyi pada sistem ini terdiri dari 3 yaitu c_1 , c_2 , dan c_3 . Jumlah neuron keluaran pada sistem yaitu 1 yang dinyatakan dengan y , yang berupa prediksi nilai siswa. Besarnya nilai *error* pelatihan dan iterasi merupakan parameter yang digunakan untuk kondisi berhenti pelatihan. Nilai *learning rate* ditetapkan 0,1 sampai 0,9. Jumlah iterasi pelatihan yaitu 100, 200 dan 300. Sistematika pelatihan adalah dengan melatih data dengan *learning rate* dan iterasi yang telah ditentukan, tujuannya untuk mencari parameter *learning rate* dan iterasi yang menghasilkan nilai *error* paling kecil. Metode *Radial Basis Function* yang digunakan untuk melakukan prediksi pada penelitian ini memiliki 3 lapisan dalam proses perhitungannya yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran. Fungsi aktivasi yang digunakan antara lapisan tersembunyi dengan lapisan keluaran adalah fungsi aktivasi *Gaussian*. Pada masing-masing lapisan terdapat *neuron-neuron* yang membentuk suatu arsitektur jaringan. *Neuron-neuron* tersebut akan menerima data, dimana pada *neuron* lapisan masukan akan menerima data masukan, *neuron* lapisan tersembunyi menerima data yang telah diproses pada *neuron* lapisan masukan dan *neuron* lapisan keluaran menerima data yang telah diproses pada *neuron* lapisan tersembunyi. Arsitektur *Radial Basis Function* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur *Radial Basis Function*

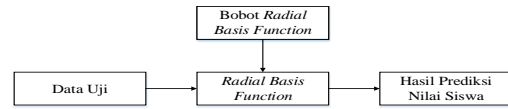
4.2 Diagram Blok Sistem

Diagram blok merupakan gambaran alur proses penelitian secara umum pada sistem. Diagram blok pada penelitian ini terdiri dari diagram blok pelatihan dan diagram blok pengujian. Diagram blok pelatihan *Radial Basis Function* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Blok Pelatihan *Radial Basis Function*

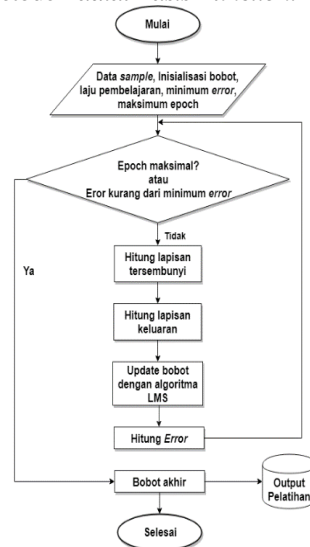
Diagram blok pengujian *Radial Basis Function* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Blok Pengujian *Radial Basis Function*

4.3 Flowchart Pelatihan dan Pengujian Metode *Radial Basis Function*

Pada pelatihan, langkah awal yang dilakukan yaitu menginisialisasi bobot awal dengan nilai acak, minimum *error*, dan maksimal iterasi pelatihan. Pelatihan dilakukan pada masing-masing iterasi 100, 200 dan 300 dengan *learning rate* 0,1 sampai 0,9. Pelatihan dilakukan dengan melatih masing-masing iterasi pada *learning rate* 0,1 sampai 0,9 untuk mencari pada iterasi dan *learning rate* mana didapatkan bobot-bobot terbaik pelatihan. Proses pelatihan berlangsung secara berulang-ulang sampai salah satu kondisi berhenti pelatihan terpenuhi yaitu minimum *error* 0,00001 dan maksimum iterasi. Proses pelatihan dilakukan dengan menghitung nilai-nilai masukan dengan bobot-bobot awal sehingga didapat keluaran pada lapisan tersembunyi. Selanjutnya nilai keluaran lapisan tersembunyi dihitung dengan bobot-bobot pada lapisan keluaran untuk mendapatkan nilai pada lapisan keluaran. Kemudian dicari nilai selisih *error* antara target keluaran dengan nilai pada lapisan keluaran. Apabila selisih *error* masih besar dari minimum *error* maka dilakukan perubahan nilai bobot sebelum melatih data berikutnya. Gambar 8 menunjukkan *flowchart* pelatihan metode *Radial Basis Function*.



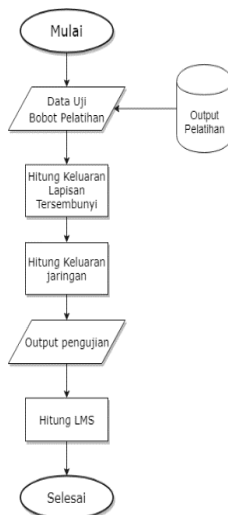
Gambar 8. *Flowchart* Pelatihan *Radial Basis Function*

Pelatihan dilakukan pada masing-masing mata pelajaran dengan 7 periode, dimana pada masing-masing periode terdapat 21 siswa. Keseluruhan data yang digunakan pada proses pelatihan untuk masing-masing mata pelajaran sebanyak 168 data yang akan dilatih dengan metode *Radial Basis Function* pada masing-masing iterasi dan *learning rate* 0,1 sampai 0,9. Pergantian dari iterasi satu ke iterasi selanjutnya pada proses pelatihan terjadi jika 168 data tersebut telah selesai dihitung dengan metode *Radial Basis Function*. Data-data yang digunakan pada proses pelatihan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pelatihan

No	Periode Masukan	Periode Target Keluaran
1	2016/2017 genap akhir	2017/2018 ganjil mid
2	2017/2018 ganjil mid	2017/2018 ganjil akhir
3	2017/2018 ganjil akhir	2017/2018 genap mid
4	2017/2018 genap mid	2017/2018 genap akhir
5	2017/2018 genap akhir	2018/2019 ganjil mid
6	2018/2019 ganjil mid	2018/2019 ganjil akhir
7	2018/2019 ganjil akhir	2018/2019 genap mid

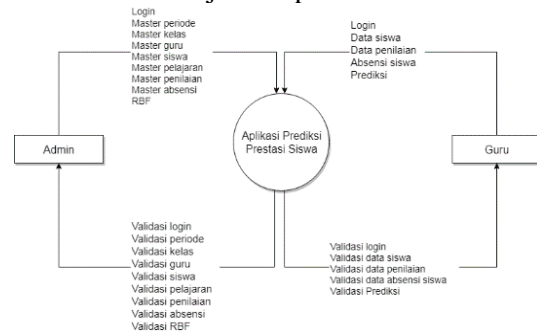
Pada tahap pengujian dimulai dengan menentukan data uji dan bobot akhir pelatihan. Selanjutnya data uji dan bobot akhir pelatihan diuji menggunakan algoritma *Radial Basis Function* untuk mendapatkan nilai *output* pengujian. Pada tahap pengujian bobot-bobot yang digunakan adalah bobot-bobot hasil pelatihan dengan nilai MAPE terkecil. Pengujian dilakukan tanpa melakukan pengecekan kondisi berhenti, hanya menguji masing-masing data dengan bobot-bobot hasil pelatihan sehingga didapat nilai keluaran akhir *Radial Basis Function*. Gambar 9 menunjukkan *flowchart* pengujian metode *Radial Basis Function*.



Gambar 9. Flowchart Pengujian Metode *Radial Basis Function*

4.4 Data Flow Diagram

Data flow diagram (DFD) adalah sebuah diagram yang menggambarkan alur data dari mana dan ke mana sebuah data akan mengalir. DFD level 0 ditunjukkan pada Gambar 10.

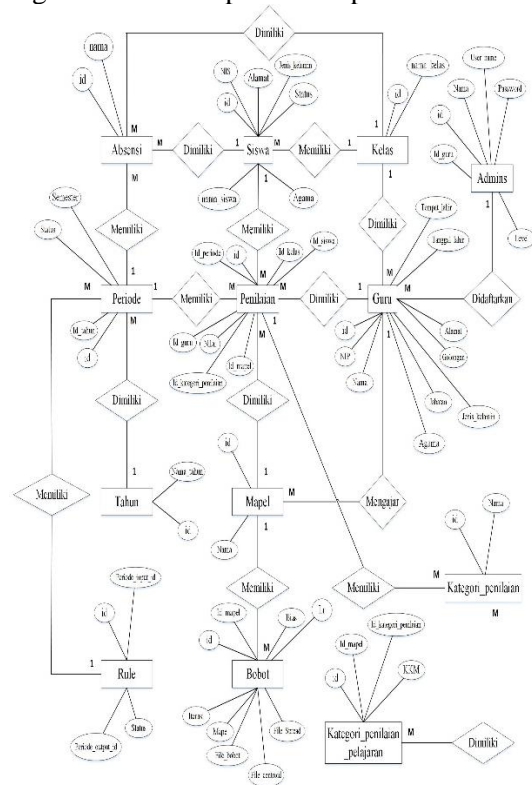


Gambar 10. DFD Level 0

DFD Level 0 pada penelitian ini memperlihatkan sistem yang dirancang secara keseluruhan. Semua *external intenity* digambarkan sedemikian rupa sehingga terlihat data yang mengalir pada masukan, proses, dan keluaran. Berikut merupakan rancangan DFD dari sistem prediksi nilai siswa.

4.5 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) diperlukan untuk merancang *database* yang akan dibuat. Gambar ERD dari rancangan *database* yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 11.

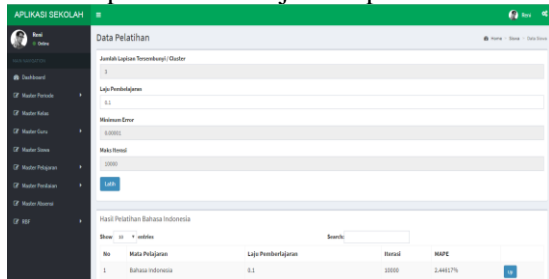


Gambar 11. Entity Relationship Diagram (ERD)

5. IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

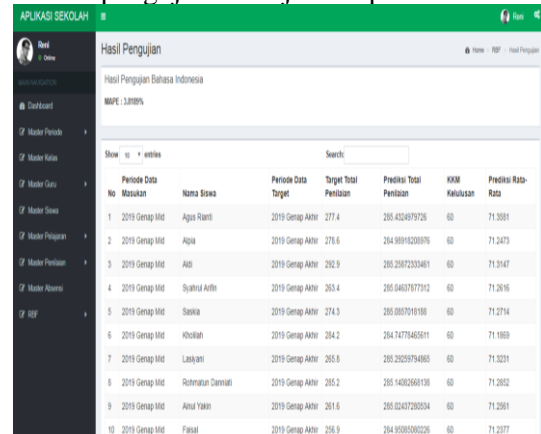
5.1 Implementasi Perangkat Lunak

Tahap implementasi perangkat lunak merupakan tahap awal untuk prediksi nilai siswa sekolah dasar yang terdiri dari dua proses sebelum dilakukan proses prediksi, yaitu proses pelatihan sistem dan proses pengujian sistem. Halaman pelatihan ditunjukkan pada Gambar 12.



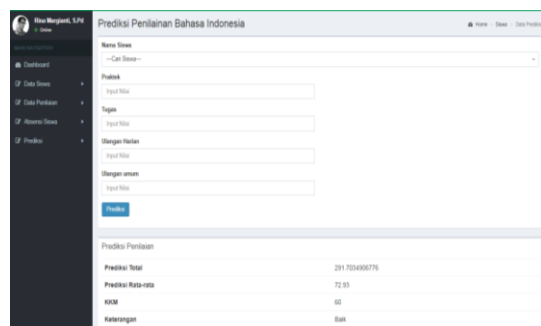
Gambar 12. Tampilan Halaman Pelatihan

Halaman selanjutnya yaitu halaman pengujian. Halaman ini hanya dapat diakses oleh admin dan merupakan halaman yang berfungsi menampilkan hasil pengujian. Tampilan halaman pengujian ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan Halaman Pengujian

Halaman selanjutnya yaitu halaman prediksi. Halaman ini hanya dapat diakses oleh guru dan merupakan halaman yang berfungsi menampilkan hasil prediksi. Tampilan halaman prediksi ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan Halaman Prediksi

5.2 Proses Pelatihan dan Pengujian Metode Radial Basis Funcion

Pelatihan menggunakan data nilai siswa kelas 6, dengan mata pelajaran Bahasa Indonesia sebagai sampel. Tabel data nilai pada mata pelajaran Bahasa Indonesia ditunjukkan pada Tabel 2:

Tabel 2. Data Nilai Pelatihan

Nama Siswa	Periode Masukan	NT	UTS	NP	NUH	Periode Keluaran	Target
Agus Rianti	2016/2017 Genap Akhir	78	76,3	65	66	2017/2018 Genjal Mid	285
Alpia		68,8	71	70	70,2		274,5
Aldi		70,6	74,5	70	72		282,5
Syahruil Arifin		68,8	56,7	66	63,3		263,2
Saskia		70	68,4	72,5	65,2		291,6
Kholilah		64,8	62,5	70	72,8		278,9
Lasiyani		75,3	56,4	72,5	70,2		269,4
Rohmatun Damriati		66,7	63,3	70	64,2		274,1
Aimul Yakin		73	65	70	73,7		258,6
Faisal		73,4	67,8	70	68,7		265,7
Amar Solihin		60	68,8	65	72,2		276,9
Rini Novita		65,8	65,4	68	68,2		276,9
Khotijeh		63,8	62,4	69	69,4		278,5
Laura Fiqi		63,5	68,4	70	64,2		269,6
Samsul Arifin		70	74,1	67	72		270,3
Paisal		69,2	62,9	65	65,8		270,2
Wani Safitri		75,2	63,8	73	70,4		273,7
Zeipul		69,2	64	68	65,4		260,3
Rohadi		84,3	79,8	70	76		278
Ray Millatiyah		68,4	72,5	76	70		283,6
Suheri	62,8	67,2	70	78	292,3		
x_max	84,3	79,8	76	78	292,3		
x_min	60	56,4	65	63,3	258,6		

Lakukan normalisasi pada data pelatihan dengan menggunakan Persamaan 1 Data yang dinormalisasi sebanyak 5 data yaitu nilai tugas (NT), nilai ulangan tengah semester (UTS), nilai praktek (NP), nilai ulangan harian (NUH), dan target. Berikut perhitungan pada masing-masing data:

Perhitungan data ke-1 untuk NT:

$$x' = \frac{78-60}{84,3-60} = \frac{18}{24,3} = 0,740740741$$

Perhitungan data ke-1 untuk nilai UTS:

$$x' = \frac{76,3-56,4}{79,8-56,4} = \frac{19,9}{23,4} = 0,85042735$$

Perhitungan data ke-1 untuk NP:

$$x' = \frac{65-65}{76-65} = \frac{0}{11} = 0$$

Perhitungan data ke-1 untuk NUH:

$$x' = \frac{66-63,3}{78-63,3} = \frac{2,7}{14,7} = 0,183673469$$

Perhitungan data ke-1 untuk target:

$$x' = \frac{285-258,6}{292,3-258,6} = \frac{26,4}{33,7} = 0,783382789$$

Lakukan perhitungan yang sama pada data-data berikutnya. Setelah itu hitung jarak (d) antara masing-masing data terhadap titik pusat dengan algoritma K-Means. Tentukan terlebih dahulu jumlah cluster 3 dan maksimal percobaan 1. Titik pusat awal K-Means diambil dari 3 data awal pelatihan yang sudah dinormalisasi yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Titik Pusat Awal

Titik Pusat Awal (Ambil 3 data pertama dari hasil normalisasi)				
Titik Pusat	NT	UTS	NP	NUH
c1	0,740740 741	0,85042 735	0	0,1836 73469
c2	0,362139 918	0,6239 31624	0,4545 45455	0,4693 87755
c3	0,436213 992	0,7735 04274	0,4545 45455	0,5918 36735

Hitung jarak dengan Persamaan 2:

Perhitungan data pertama terhadap c1:

$$d1 = \sqrt{(0,740740741 - 0,740740741)^2 + (0,85042735 - 0,85042735)^2 + (0 - 0)^2 + (0,183673469 - 0,183673469)^2} = 0$$

Lakukan perhitungan yang sama untuk d2 dan d3, setelah didapat nilai jarak pada d1, d2, dan d3 hitung data-data berikutnya. Selanjutnya kelompokkan jumlah data yang masuk pada cluster yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kelompok Data Terhadap Titik Pusat

Jumlah Data Ke cluster	c1	c2	c3
	1	16	4
Data Ke-	1	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16,17, 18, 20	3, 15, 19, 21

Kemudian lakukan *update* titik pusat dengan persamaan 3. Berikut contoh perhitungan pada NT, UTS, NP dan NUH dengan jumlah data yang masuk pada c1 sebanyak 1 data:

Perhitungan untuk NT:

$$c_1 = \frac{1}{1} \sum_1^1 0,740740741 = \frac{0,740740741}{1} = 0,740740741$$

Perhitungan untuk UTS:

$$c_1 = \frac{1}{1} \sum_1^1 0,85042735 = \frac{0,85042735}{1} = 0,85042735$$

Perhitungan untuk NP:

$$c_1 = \frac{1}{1} \sum_1^1 0 = \frac{0}{1} = 0$$

Perhitungan Untuk NUH:

$$c_1 = \frac{1}{1} \sum_1^1 0,183673469 = \frac{0,183673469}{1} = 0,183673469$$

Lakukan perhitungan dengan cara yang sama untuk mendapatkan nilai titik pusat ke-2 dan ke-3 sehingga hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Titik Pusat Akhir

Titik Pusat Setelah di <i>Update</i>				
c1	0,740740 741	0,850427 35	0	0,1836 73469
c2	0,349537 037	0,365651 709	0,4261 36364	0,3448 12925
c3	0,490740 741	0,747863 248	0,3863 63636	0,7619 04762

Tentukan Nilai spread (S) dengan mencari nilai jarak (d) maksimal pada hasil perhitungan jarak K-Means. Jarak maksimal pada d1 yaitu 1,189749306, d2 yaitu 0,852064 dan pada d3 yaitu 1,032777265. Hitung nilai spread dengan Persamaan 5:

$$S1 = \frac{1,189749306}{\sqrt{3}} = 0,686902082$$

Lakukan perhitungan dengan cara yang sama pada d2 dan d3, sehingga diperoleh nilai S1 sebesar 0,686902082, S2 sebesar 0,49193938, S3 sebesar 0,596274232. Langkah Selanjutnya yaitu inialisasi bobot (w) dan (b) pada lapisan keluaran. Inialisasi bobot w1, w2, dan w3 menjadi 0 dan bias menjadi 1. Hitung keluaran pada lapisan tersembunyi pada data pertama dengan Persamaan 5 yang dinyatakan dengan Z. Berikut contoh perhitungan pada Z1:

$$Z1 = \exp\left(\frac{\sum(-\frac{|0,740740741 - 0,740740741|^2}{2 \times 0,686902082^2}) + (-\frac{|0,85042735 - 0,85042735|^2}{2 \times 0,686902082^2}) + (-\frac{|0 - 0|^2}{2 \times 0,686902082^2}) + (-\frac{|0,183673469 - 0,183673469|^2}{2 \times 0,686902082^2})}{2 \times 0,686902082^2}\right) = \exp^{(-0)} = 1$$

Lakukan perhitungan pada Z2 dan Z3 kemudian hitung nilai lapisan tersembunyi pada data-data berikutnya. Setelah itu hitung nilai lapisan keluaran (y) dengan Persamaan 6:

$$y = \sum ((w1 \times z1) + (w2 \times z2) + (w3 \times z3)) + b = ((0 \times 1) + (0 \times 0,292126446) + (0 \times 0,457118083)) + 1 = 1$$

Lakukan perhitungan dengan cara yang sama untuk mendapatkan nilai keluaran pada data ke-2 sampai data ke-21. Setelah itu lakukan perhitungan nilai *error* untuk kondisi berhenti pelatihan dengan Persamaan 10 sehingga didapat hasilnya 0,99416055.

Kemudian lakukan perhitungan denormalisasi pada nilai keluaran untuk data pertama dengan Persamaan 11:

$$x = 1 (292,3 - 258,6) + 258,6 = 292,3$$

Lakukan perhitungan dengan cara yang sama pada data ke-2 sampai data ke-21. Selanjutnya *update* bobot (w) dan bias pada

lapisan keluaran dengan Persamaan 7 dan Persamaan 8:

$$w_{\text{baru}} = w_{\text{lama}} + \alpha (t_k - y_k) \Phi(x)$$

$$w1_{\text{baru}} = 0 + 0,1 (0,783382789 - 1) \times 1 = -0,021661721$$

$$w2_{\text{baru}} = 0 + 0,1 (0,783382789 - 1) \times 0,292126446 = -0,006327962$$

$$w3_{\text{baru}} = 0 + 0,1 (0,783382789 - 1) \times 0,457118083 = -0,009901964$$

$$B_{\text{Lama}} = B_{\text{Lama}} + \alpha (t_k - y_k)$$

$$= 1 + 0,1 (0,783382789 - 1) = 0,978338279$$

Lakukan perhitungan dengan cara yang sama pada data ke-2 sampai data ke-21 sehingga diperoleh bobot akhir pada lapisan keluaran seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot Akhir Lapisan Keluaran

Bobot akhir Lapisan Keluaran	w1	-0,142007113
	w2	-0,179733102
	w3	-0,117774642
Bias	b	0,760318553

Setelah didapat bobot lapisan keluaran maka hitung hasil akhir pelatihan dengan menggunakan Persamaan 11 sehingga didapat nilai MAPE 3,133305782

Tahap selanjutnya yaitu pengujian, dengan data sampel nilai mata pelajaran Bahasa Indonesia periode tahun 2018/2019 genap mid sebagai periode masukan dan periode tahun 2018/2019 genap akhir sebagai periode keluaran yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Nilai Pengujian

Nama Siswa	Periode Masukan	NT	UTS	NP	NUH	Periode Keluaran	Target
Agus Rianti	2018/2019 Genap Mid	68.2	74.6	72	75.9	2018/2019 Genap Akhir	277.4
Alpia		66.2	69.5	66	70.6		278.6
Aldi		74.6	76.9	74	69.4		292.9
Syahrul Arifin		67.7	63.7	65	63.9		263.4
Saskia		76.9	75.2	76	65.3		274.3
Kholilah		66.8	71	68	70.2		284.2
Lasiyani		69.5	71.6	71	71.2		265.8
Rohmatun Dammiati		69.5	67	72	68.6		285.2
Amul Yakin		65.4	66.8	64	66.1		261.6
Faisal		66	67.5	65	63.6		256.9
Amar Solihin		67.6	69.4	72	66.8		280.9
Rini Novita		67	67.9	70	66.2		276.7
Khotijeh		69.7	69	67	67.3		278.1
Laura Fiqi		68.8	69.3	71	69.1		279.2
Samsul Arifin		70	71.8	66	66.3		279.4
Paisal		72.2	72	67	67		272.9
Weni Safitri		70.4	65.9	70	66.6		271.8
Zeipul		67	67.6	66	63.1		259.8
Rohadi		68.2	66.7	66	67.9		280.2
Ray Millatiyah		72.6	68.1	67	76		289
Suheri		68.7	71.8	73	77.2		279.7
x_max	76,9	76,9	76	77,2	292,9		
x_min	65,4	63,7	64	63,1	256,9		

Lakukan normalisasi pada NT, UTS, NP dan NUH dengan menggunakan persamaan 1.

Perhitungan data ke-1 untuk NT:

$$x' = \frac{68,2-65,4}{76,9-65,4} = \frac{2,8}{11,5} = 0,243478261$$

Perhitungan data ke-1 untuk nilai UTS:

$$x' = \frac{74,6-63,7}{76,9-63,7} = \frac{10,9}{13,2} = 0,825757576$$

Perhitungan data ke-1 untuk NP:

$$x' = \frac{72-64}{76-64} = \frac{8}{12} = 0,666666667$$

Perhitungan data ke-1 untuk NUH:

$$x' = \frac{75,9-63,1}{77,2-63,1} = \frac{12,8}{14,1} = 0,907801418$$

Perhitungan data ke-1 untuk target:

$$x' = \frac{277,4 - 256,9}{292,9 - 256,9} = \frac{20,5}{36} = 0,569444444$$

Lakukan perhitungan dengan cara yang sama pada data-data berikutnya. Kemudian hitung keluaran lapisan tersembunyi pada data ke-1 dengan titik pusat akhir pelatihan, nilai *spread* akhir pelatihan, bobot akhir pelatihan, dan nilai laju pembelajaran 0,1. Hitung keluaran lapisan tersembunyi dengan Persamaan 4 yang dinyatakan dengan Z:

$$Z1 = \exp \left(\frac{-|0,243478261 - 0,85042735|^2}{2 \times 0,686902082^2} \right) +$$

$$\left(\frac{-|0,825757576 - 0,85042735|^2}{2 \times 0,686902082^2} \right) +$$

$$\left(\frac{-|0,666666667 - 0|^2}{2 \times 0,686902082^2} \right) +$$

$$\left(\frac{-|0,907801418 - 0,183673469|^2}{2 \times 0,686902082^2} \right)$$

$$= \exp(-1,289312651) = 0,275460055$$

Lakukan perhitungan yang sama pada Z2 dan Z3 kemudian hitung lapisan tersembunyi untuk data ke-2 sampai data ke-21 dengan Persamaan 5.

$$y = \sum w_j \cdot \Phi(x) + b$$

$$y = \sum ((w1 \times z1) + (w2 \times z2) + (w3 \times z3)) + b$$

$$= (-0,142007113) \times 0,275460055 +$$

$$((0,179733102) \times 0,290831163) + (-$$

$$0,117774642 \times 0,790618999) +$$

$$0,760318553$$

$$= 0,5758144091$$

Lakukan perhitungan dengan cara yang sama untuk mendapatkan nilai keluaran pada data ke-2 sampai data ke-21. Kemudian Lakukan perhitungan denormalisasi pada nilai keluaran untuk data pertama dengan menggunakan Persamaan 11.

$$x = 0,575814409 (292,9 - 256,9) + 256,9$$

$$= 277,6293187$$

Lakukan perhitungan dengan cara yang sama pada data ke-2 sampai data ke-21. Hitung hasil akhir pelatihan dengan menggunakan

Persamaan 11 sehingga didapat nilai MAPE sebesar 3,334902057.

5.3 Pembahasan

Pada pelatihan digunakan data nilai siswa kelas 6 dari periode tahun 2016/2017 genap akhir sampai periode tahun 2018/2019 genap mid. Pelatihan dilakukan dengan perubahan laju pembelajaran dari 0.1 sampai 0.9 dengan iterasi pelatihan 100, 200 dan 300. Perubahan laju pembelajaran dan iterasi dilakukan untuk melihat pada laju pembelajaran dan pada iterasi manakah yang menghasilkan nilai MAPE terkecil. Masing-masing iterasi dilatih dengan laju pembelajaran 0,1 sampai 0,9. Pelatihan dilakukan pada 6 mata pelajaran. Pada 5 mata pelajaran didapatkan parameter yang menghasilkan nilai MAPE terkecil dengan iterasi 100 di laju pembelajaran 0,1. Pada 1 mata pelajaran parameter yang menghasilkan nilai MAPE terkecil dengan iterasi 200 di laju pembelajaran 0,1. Hasil pelatihan pada masing-masing mata pelajaran diunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pelatihan

Mata Pelajaran	Mape (%)
PAI	2.6386
PKN	2.7335
BI	2.4462
Matematika	2.3693
IPA	2.6883
IPS	2.5922

Selanjutnya yaitu dilakukan pengujian setelah melakukan seluruh pelatihan pada masing-masing mata pelajaran. Bobot-bobot yang dihasilkan pada pelatihan digunakan untuk menguji data pengujian agar memperoleh MAPE pengujian terbaik. Pengujian dilakukan pada masing-masing pelajaran yaitu 6 mata pelajaran. Hasil pengujian pada masing-masing mata pelajaran dengan laju pembelajaran 0,1 dan 100 iterasi diunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian

Mata Pelajaran	Mape (%)
PAI	3.1575
PKN	5.1489
BI	3.8189
Matematika	2.8203
IPA	2.5509
IPS	2.9132

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 9 bobot-bobot yang dihasilkan dapat digunakan untuk melakukan memprediksi pada masing-masing mata pelajaran.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode *Radial Basis Function* dapat diterapkan dalam sistem prediksi nilai siswa dengan hasil prediksi yang mendekati target aktual. Sistem yang dibangun dapat memberikan hasil prediksi nilai sehingga dapat membantu guru dalam memperkirakan nilai siswa pada semester berikutnya.
2. Pelatihan 6 mata pelajaran dilakukan pada iterasi 100, 200 dan 300 dengan laju pembelajaran 0,1 sampai 0,9. Dari hasil pelatihan pada 6 mata pelajaran didapatkan nilai parameter yang menghasilkan MAPE terkecil yaitu pada iterasi 100 dan 200 dengan laju pembelajaran 0,1. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan pengukuran *error* antara data aktual dengan data peramalan. Pada mata pelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI), Pendidikan Kewarganegaraan (PKN), Bahasa Indonesia (BI), Matematika (MTK) dan Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS) didapatkan nilai MAPE terkecil pada iterasi 100 dengan laju pembelajaran 0,1. Pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) didapatkan nilai MAPE terkecil pada iterasi 200 dengan laju pembelajaran 0,1. Semakin kecil nilai MAPE maka nilai ketepatan prediksi semakin tinggi.
3. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai MAPE yang berbeda-beda pada masing-masing mata pelajaran. Pada mata pelajaran PAI didapatkan MAPE 3.1575%, mata pelajaran PKN didapatkan MAPE 5.1489%, mata pelajaran BI didapatkan MAPE 3.8189%, mata pelajaran Matematika didapatkan MAPE 2.8203%, mata pelajaran IPA didapatkan MAPE 2.5509 %, dan mata pelajaran IPS didapatkan MAPE 2.9132 %.
4. Kondisi berhenti pelatihan yang digunakan pada penelitian ini yaitu minimum *error* 0,00001 dan maksimum *epoch* (100, 200, 300). Berdasarkan pelatihan yang dilakukan pada mata pelajaran PAI, PKN, BI, Matematika dan IPS, perubahan nilai *error* terhadap minimum *error* 0,00001 pelatihan berhenti sebelum *epoch* yang ditetapkan tercapai. Untuk pelatihan pada mata pelajaran IPA, perubahan nilai *error*

terhadap minimum *error* 0,00001 pelatihan tidak berhenti sebelum *epoch* tercapai. Dari hasil pelatihan pada 6 mata pelajaran tersebut, pelatihan selalu berhenti pada maksimum *epoch* karena nilai *error* pelatihan tidak pernah mencapai minimum *error*. Data yang digunakan pada penelitian dapat mempengaruhi hal tersebut.

6.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan sistem prediksi nilai siswa menggunakan *Radial Basis Function* agar menjadi lebih baik kedepannya adalah sebagai berikut:

1. Penambahan data pelatihan dan pengujian pada aplikasi prediksi nilai siswa diharapkan dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya.
2. Aplikasi prediksi nilai siswa menggunakan metode *Radial Basis Function* dapat dikembangkan dengan metode prediksi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soedijarto. (2008). *Landasan dan Arah Pendidikan Nasional Kita*. Jakarta: Kompas.
- [2] Alfajar, A., Bahri, S., & Setyaningsih, F. A. (2017). Aplikasi Prediksi Jumlah Konsumsi Bahan Bakar Minyak Jenis Ron 88 Pada Kendaraan Roda Dua di Kota Pontianak dengan Menggunakan Radial Basis Function. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 98-107.
- [3] Ririn, U., Isye, A., & Ahmad (2012). Pengembangan Perangkat Lunak menggunakan Metode Radial Basis Function Network untuk Prediksi Penyakit Kanker Payudara. *Kampus ITS Sukolilo*, 60111, 1-4.
- [4] Stefanus, S., Catur, S., & Agus, W. (2016). Model Prediksi Penyakit Ginjal Kronik Menggunakan Radial Basis Function. *Jurnal PseudoCode, Volume III No 2*, 2355-5920.
- [5] Y, A. L., E, R. P., & S, L. (2015). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi Kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon). *Jurnal Matematika Integratif vol 11 no 2*, 149 - 160.
- [6] Sutojo, T, E. M. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- [7] Muh, N. A. (2012). *Adaptive Genetic Algorithm (AGA) Radial Basis Function (RBF) Neural Network untuk Klasifikasi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [8] Ghuang-Bin, H., Qin, Y. Z., & Chee-Kheong, S. (2006). Extreme Learning Machine: Theory and Applications. *Neurocomputing 70*, 489-501.
- [9] Wu, X., & Kumar, V. (2009). *The top ten algorithms in data mining*. Boca Raton: CRC Press.
- [10] Wei, S., Xiaopen, G., Chao, W., & Desheng, W (2011). Forecasting Stock Indices using Radial Basis Function Neural Network Optimized. by *Artificial Fish Swarm Algorithm*, 378-385.
- [11] HuangQiang, Z., & JingBing, L. (2012). Prediction of Tourist Quantity Based on RBF Neural Network. *Journal of Computers 7(4)*, 965-970.
- [12] Kusaedi. (2004). Perancangan Kendali Kecepatan Motor DC dengan Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function (RBF) Menggunakan Skema Fix Stabilising Controller*. *Jurnal Teknik Elektro* , 1-8.
- [13] Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [14] Fachrudin, P., Agus, N., & Puwanto (2012). Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan *Certainty Factor*. *Jurnal EECCIS*, Vol. 6, No. 1.
- [15] Pramana, K. B. (2019). *Merancang Penilaian Autentik*. Bali: CV. Media Educations.