APLIKASI PREDIKSI CURAH HUJAN, DEBIT AIR, DAN KEJADIAN BANJIR BERBASIS WEB DENGAN *MACHINE LEARNING* DI DELI SERDANG

WEB-BASED APPLICATION DEVELOPMENT FOR PREDICTING RAINFALL, WATER DISCHARGE, AND FLOOD USING MACHINE LEARNING METHOD IN DELI SERDANG

Ike Fitriyaningsih
Institut Teknologi Del
Jl. Sisingamangaraja, Sitoluama, Laguboti, Toba Samosir
email : ike.fitri@del.ac.id

Yuniarta Basani
Institut Teknologi Del
Jl. Sisingamangaraja, Sitoluama, Laguboti, Toba Samosir
email : yuniarta.basani@del.ac.id

Lit Malem Ginting
Institut Teknologi Del
Jl. Sisingamangaraja, Sitoluama, Laguboti, Toba Samosir
email : litmalem.ginting@del.ac.id
(Diterima: 25-10-2018; Direvisi: 22-11-2018; Disetujui terbit: 13-12-2018)

Abstrak

Prediksi kejadian banjir dapat memberikan informasi agar masyarakat sekitar mempersiapkan diri. Saat ini aplikasi berbasis *web* sangat mudah diakses. PHP *(Hypertext Preprocessor)* adalah bahasa pemrograman berupa *script* yang dapat diimplementasikan bersama *software* lain. *Software* R adalah aplikasi berbasis *command line* yang dapat digunakan menyelesaikan perhitungan *Machine Learning* secara cepat. *Backpropagation Neural Network* (BP-NN) adalah bagian dari metode *Artificial Neural Network* (ANN) yang terbukti banyak berhasil dalam prediksi. Pada penelitian ini BP-NN digunakan untuk memprediksi curah hujan dan debit air. Sedangkan *Support Vector Machine* (SVM) digunakan untuk memprediksi kejadian banjir manggunakan data hasil prediksi curah hujan dan debit air yang telah diproses sebelumnya menggunakan BP-NN. Studi kasus yang diambil adalah Kabupaten Deli Serdang di Sumatera Utara yang termasuk daerah yang sering terjadi banjir. Dalam penelitian ini, data curah hujan dan iklim diambil dari *web* BMKG (Badan Metoerologi dan Geofisika) menggunakan tiga stasiun, yaitu Stasiun Klimatologi Sampali, Tuntungan dan Kualanamu. Data debit air Sungai Ular Pulau Tagor menjadi salah satu komponen yang digunakan untuk memprediksi banjir. Menggunakan data harian curah hujan serta debit air 1 Januari 2016 sampai 31 Desember 2017, akurasi prediksi kejadian banjir atau tidak menggunakan aplikasi ini adalah 94.4%. Namun aplikasi belum mampu memprediksi hari terjadinya banjir.
Kata kunci : Prediksi, BP-NN, SVM, Banjir, PHP, *Software* R

Abstract

Flood prediction can provide information so that people around them prepare themselves. Currently web-based applications are very accessible. PHP (Hypertext Preprocessor) is a programming language in the form of a script that can be implemented with other software. Software R is a command line based application that can be used to quickly complete Machine Learning calculations. Backpropagation Neural Network (BP-NN) is part of the Artificial Neural Network (ANN) method which has proven to be a lot of success in predictions. In this

study BP-NN was used to predict rainfall and water discharge. Whereas Support Vector Machine (SVM) is used to predict flood events using data from rainfall prediction and water discharge that have been previously processed using BPNN. The case study taken was Deli Serdang in North Sumatra which included areas that often flooded. In this study, rainfall and climate data were taken from the web of BMKG (Meteorology and Geophysics Agency) using three stations, namely Sampali, Tuntungan and Kualanamu climatology stations. Data from Tagor Island Snake River water discharge is one of the components used to predict floods. Using daily rainfall data as well as water discharge 1 January 2016 to 31 December 2017, the accuracy of predictions of flood events or not using this application is 94.4%. But the application has not been able to predict the day of the flood.

***Keywords** : Prediction, BP-NN, SVM, Flood, PHP, Software R*

PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang sangat mengganggu aktifitas masyarakat. Banjir juga menyebabkan kerusakan infrastruktur dan merugikan kegiatan perekonomian. Kabupaten Deli Serdang merupakan daerah yang mengelilingi Kota Medan sebagai pusat kota Provinsi Sumatera Utara. Tahun 2016 terjadi tiga kali banjir di Deli Serdang, yaitu Februari, Mei dan September. Kejadian banjir di kabupaten ini menjadi topik berita karena sering menelan korban jiwa dan dapat dilihat dalam berita di okezone.com (Prasetyo 2016), Viva.co.id (Junianto 2016), dan beritasumut.com (BS05 2016). Kepala Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera Utara II, Roy Paganom Pardede, dalam harian Gosumut.com mengatakan, masalah utama sungai di Sumut adalah sampah, pemukiman dan alih fungsi lahan. Masalah sampah menyebabkan sungai mengalami pendangkalan, banyaknya pemukiman di kiri dan kanan sungai dan alih fungsi lahan yang terus dilakukan menyebabkan debit air mengalami penyusutan (Wen 2018).

Aplikasi pendeteksi banjir yang ada saat ini adalah menggunakan sensor dan IOT (*Internet of Things*) dengan laporan berupa SMS (*Short Message Service*) *gate way* (Riny Sulistyowati 2015), berbasis android dengan laporan SMS *gate way*. Semua aplikasi tersebut bekerja secara *real time* dengan memanfaatkan data sekarang. Fokus besar penelitian *Machine Learning* adalah bagaimana mengenali secara otomatis pola kompleks dan membuat keputusan cerdas berdasarkan data (Purnamasari, et al. 2013). *Machine learning* dapat mempelajari pola data historis yang ada untuk memprediksi curah hujan dan banjir selama beberapa hari ke depan. Prediksi curah hujan telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya, Prediksi Curah Hujan di Kota Medan menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network* (Yudhi Andrian 2014), Prediksi Curah Hujan Bulanan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan beberapa Fungsi Pelatihan *Backpropagation* (Cici Oktaviani 2014). Selanjutnya *Backpropagation Neural Network disebut sebagai BP-NN.* Prediksi banjir dengan machine learning menggunakan *Support Vector Regression* (SVR) yang pernah dilakukan adalah Prediksi Tinggi Muka Air (TMA) Untuk Deteksi Dini Bencana Banjir Menggunakan SVR-TVIWPSO (Arief Andy Soebroto 2015)

Support Vector Machine (SVM) merupakan algoritma *Machine Learning* yang dapat digunakan untuk klasifikasi. Penggunaan SVM dalam aplikasi ini untuk mempelajari pola curah hujan dan debit air yang membuat suatu hari terjadi banjir atau tidak. Berdasarkan latar belakang ini maka melalui BP-NN dapat memprediksi

dengan baik curah hujan harian di Kabupaten Deli Serdang untuk beberapa hari ke depan. SVM efektif untuk menentukan apakah terjadi banjir atau tidak dalam waktu beberapa hari ke depan menggunakan hasil prediksi curah hujan dan debit air harian dengan BP-NN yang telah didapatkan sebelumnya dan aplikasi untuk memprediksi kejadian banjir.

Pada penelitian ini, dibangun aplikasi berbasis web *Ensemble Machine Leraning* yang menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *software* R. *Ensemble Machine Learning* antara BP-NN dan SVM akan menjadi aplikasi yang dapat memprediksi curah hujan, debit air dan banjir.

METODE PENGEMBANGAN APLIKASI

Aplikasi ini menggunakan software R dan PHP sebagai pendukung utama. Berikut informasi mengenai kedua perangkat pendukung tersebut.

Software R

R adalah aplikasi berbasis *command line* yang akan digunakan oleh peneliti untuk menyelesaikan perhitungan statistik dan grafik. S*oftware* R bersifat *open source* dikarenakan terdapat berbagai *package* metode yang dapat di *download* dari C-RAN. *Package* merupakan kumpulan dari berbagai fungsi yang dikenal sebagai *library*. *Package* untuk metode BP-NN dan SVM telah tersedia untuk melakukan prediksi dengan *dataset* yang telah dinormalisasi sebelumnya dalam bentuk csv.

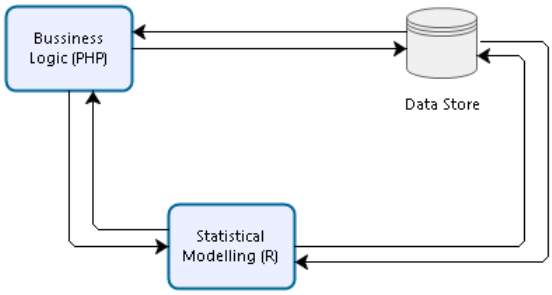
PHP

PHP *(Hypertext Preprocessor)* adalah bahasa pemrograman *web* berupa *script* yang dapat diintegrasikan dengan HTML (Anhar 2010). PHP banyak dipakai untuk memprogram situs web dinamis. Dalam pembangunan *Ensemble Machine Learning* menggunakan bahasa pemrograman.

Perancangan Aplikasi

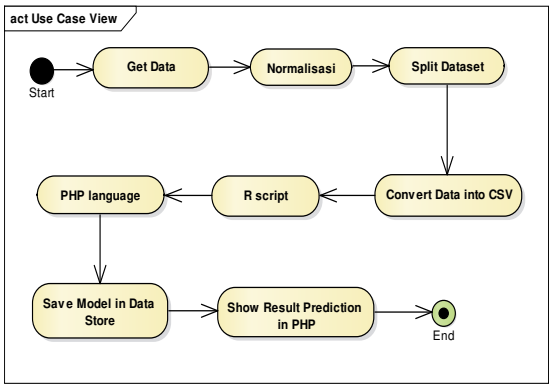
Perancangan aplikasi digunakan untuk implementasi BP-NN dan SVM adalah Bahasa R yang diintegrasikan dengan Bahasa PHP.

Pada perancangan bisnis proses terdapat bahasa PHP yang akan membantu bahasa R dalam GUI yang dimana untuk mengintegrasikan antara PHP dengan R menggunakan sebuah *library Rserve* yang di-*install* pada bahasa R. Gambar 1 menjelaskan mengenai bisnis proses antara bahasa R yang diintegrasikan dengan bahasa PHP selama proses pelatihan BP-NN dan SVM.



Gambar 1. Rancangan perangkat pendukung

Pada teknis proses kerja perancangan perangkat pendukung ditunjukkan seperti Gambar 2 di bawah ini.



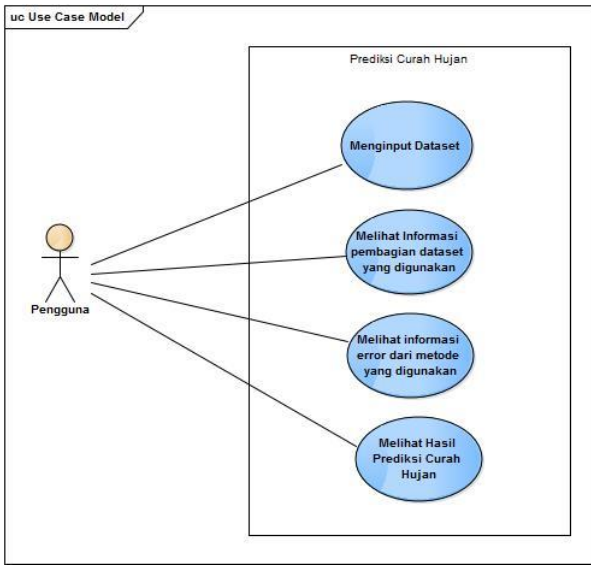
Gambar 2. Proses kerja perangkat pendukung

Perancangan UML (Unified Modelling Language)

Unified Modelling Language (UML) merupakan notasi yang digunakan sebagai model yang membantu pendeskripsian dan desain sistem perangkat lunak, khususnya sistem yang dibangun menggunakan *Object Oriented Programming (OOP)*. Perancangan simulator prediksi curah hujan harian ini dilakukan dengan melakukan perancangan basis data dan perancangan program menggunakan UML (*Unified Modelling Language*). Pada perancangan UML meliputi *use case diagram*, *activity diagram, sequence diagram* dan *class diagram*.

Use case diagram

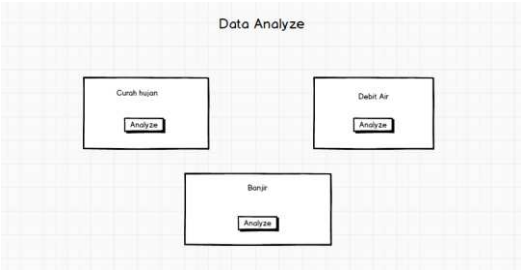
Diagram ini digunakan untuk mendeskripsikan interaksi yang terjadi antara pengguna dengan simulator yang dibangun. Pada Gambar 3 di atas dijelaskan bahwa terdapat satu aktor yaitu pengguna atau *user* yang dapat melakukan interaksi seperti menginput *dataset*, melihat informasi pembagian *dataset*, melihat informasi *error* dari metode yang digunakan, dan melihat hasil prediksi.



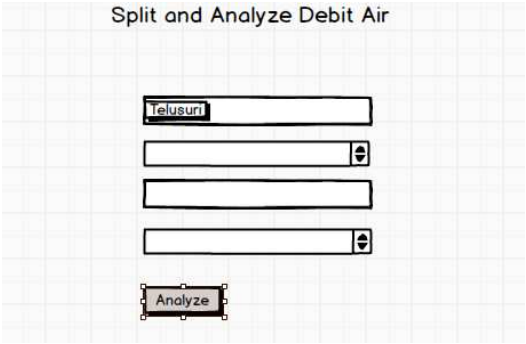
Gambar 3. Use Case Diagram

Perancangan Antarmuka Pengguna

Sebelum membangun sistem, harus dilakukan perancangan desain sistem. Untuk menggambarkan perancangan antarmuka pengguna digunakan *software mockup*. Perancangan antarmuka ini menjadi dasar bagaimana tampilan sistem yang akan dibangun.



Gambar 4. Tampilan Awal Aplikasi



Gambar 5. Tampilan Split data untuk Prediksi Curah Hujan dan Debit Air

Struktur data curah hujan dari stasiun Kualanamu adalah sebagaimana Gambar 6. Data terdiri dari sebelas kolom dengan kolom pertama adalah nomor urut data. Selanjutnya Nama Stasiun, WMO.ID menunjukkan ID stasiun, Tanggal, suhu.minimum, suhu maksimum, suhu rata-rata, kelembapan rata-rata, kecepatan angin dan curah hujan pada hari tersebut.

	Nama Stasiun	WMO ID	Tanggal	suhu.minimum	suhu.maksimum	suhu.rata.rata	kelembaban.rata.rata	lama.penyinaran	kecepatan.angin.rata.rata	curah.hujan
1	Stasiun M	96035	1/1/2016	23.1	29.5	26.3	88	3.1	2	0
2	Stasiun M	96035	1/2/2016	23.45	31.6	26.7	88	0.8	2	0
3	Stasiun M	96035	1/3/2016	21.9	32.5	26.3	85	2.4	2	0

Gambar 6. Struktur Data Curah Hujan

Struktur data curah hujan dari stasiun Kualanamu adalah sebagaimana Tabel 1.

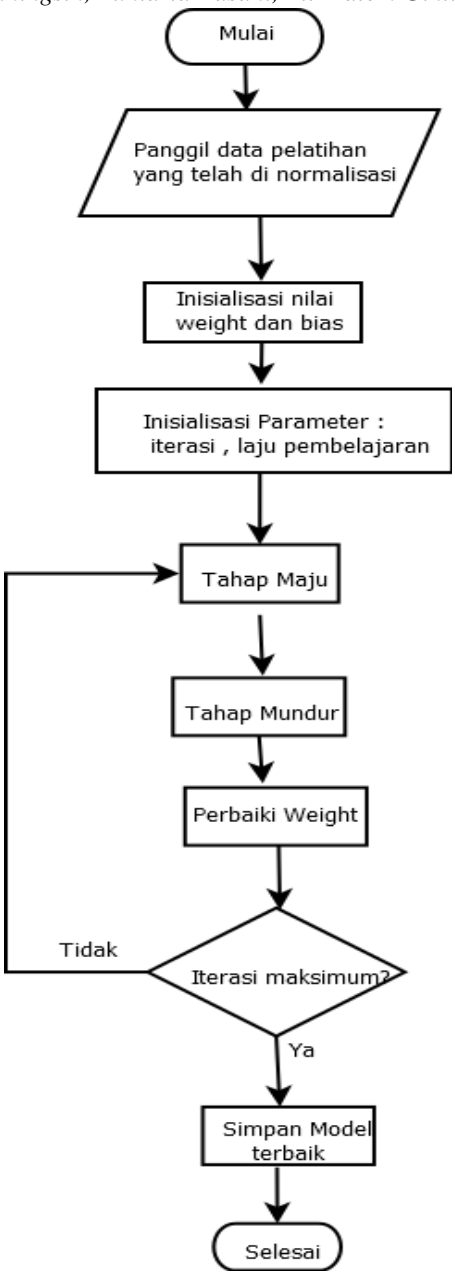
Tabel 1. Format data Debit Air

No	Tanggal	debit
1	1/1/2016	131.8
2	1/2/2016	128.6
3	1/3/2016	135.7
⋮	⋮	⋮
731	1/7/2016	133.3

ANALISIS ALGORITMA

Back Propagation Neural Network (BP-NN)

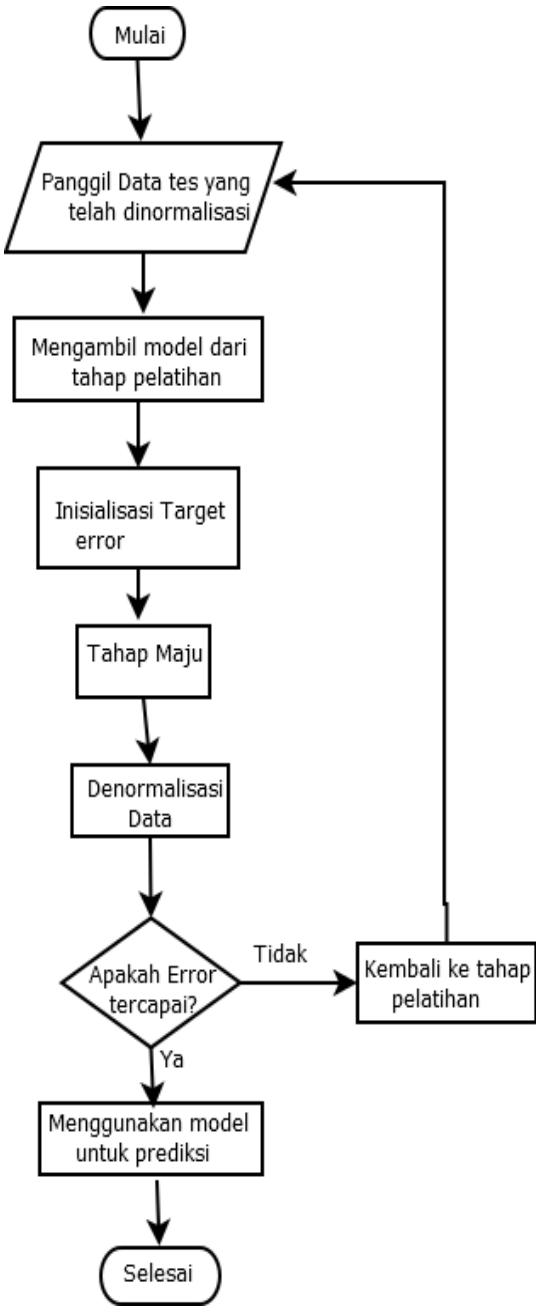
Neural network adalah mesin yang dimodelkan dari konsep otak manusia. Salah satu metode yang sering digunakan untuk melakukan prediksi adalah *backpropagation. Backpropagation* adalah suatu metode pada *artificial neural network* yang digunakan untuk mempelajari dan menganalasis pola data masa lalu lebih tepat sehingga diperoleh keluaran yang lebih akurat (dengan kesalahan atau *error* minimum) (Haykin 2009).



Gambar 7. Tahap pelatihan
sumber: Nainggolan and Lumbanraja 2018

Gambar 7 menunjukkan bahwa pengambilan data *training* dimulai dari data yang telah dinormalisasi sebelumnya. Kemudian dilanjutkan dengan peng-inisialisasian nilai *weight*, bias, iterasi, dan laju pembelajaran. Terdapat 2 fase pada metode *backpropagation* yaitu fase maju atau *feedforward* dengan fase mundur atau *backpropagation*. Pada metode *backpropagation* ini akan berulang sampai iterasi yang inisialisasi tercapai dan suatu

model yang memiliki nilai *error* terkecil akan disimpan nilai *weight* atau bobot dan biasnya.



Gambar 8. Tahap pengujian
sumber: (Nainggolan and Lumbanraja 2018)

Gambar 8 menunjukkan tahap pengujian dimulai dengan membaca data yang telah dipisah (*split*) sebelumnya berdasarkan *training* dan *testing*. Selanjutnya data tersebut dinormalisasi. Kemudian pada tahap pengujian tersebut akan mengambil nilai *weight* atau bobot dengan biasnya berdasarkan model dengan nilai *error* yang terkecil pada tahap pelatihan.

Kemudian pada tahap pengujian tersebut dilakukan tahap inisialisasi nilai target *error* yang diinginkan yang kemudian dilakukan tahap maju dan diikuti dengan denormalisasi untuk mengembalikan nilai *output* menjadi nilai yang sebenarnya. Kemudian dilakukan perhitungan nilai *error* yang dimana jika nilai *error* telah tercapai atau lebih kecil lagi maka model dengan nilai *error* yang terkecil akan digunakan untuk memprediksi curah hujan untuk beberapa hari kedepannya, namun jika nilai *error* belum tercapai maka akan kembali ke tahap pelatihan kembali.

Support Vector Machine (SVM)

SVM (*Support Vector Machines*) merupakan salah satu metode *statistical learning* SVM idealnya digunakan untuk klasifikasi binari, tujuan klasifikasi binari adalah untuk mengestimasi respon yang memiliki dua *state* (Raghava and Murty 2016) (Steinwart and Christmann 2008). Ide dasar dari klasifikasi binari menggunakan SVM adalah menemukan *hyperplane* yang memisahkan n-dimensi data secara sempurna ke dalam dua kelas.

Hyperplane adalah sub ruang datar dengan dimensi $n-1$ pada ruang dengan dimensi n yang tidak harus melalui titik pusat (James, et al. 2013). Pada ruang dua dimensi maka *hyperplane* adalah ruang datar berdimensi satu, pada ruang tiga dimensi maka *hyperplane* adalah ruang datar berdimensi dua. Pada ruang dua dimensi *hyperplane* dapat dinyatakan dalam persamaan 2.

$$\alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 = 0 \qquad (2)$$

Hyperplane berfungsi sebagai pemisah (*separator)* pada proses klasifikasi metode ini disebut sebagai *Separating Hyperplane.* Adapun langkah-langkah dari metode ini adalah:

1. Menginisialiasi awal untuk nilai α, C, epsilon, γ, dan λ
2. Masukkan data uji.
3. Pada metode *kernel*, data tidak direpresentasikan secara individual, melainkan lewat perbandingan antara sepasang data. Setiap data akan dibandingkan dengan dirinya dan data lainnya.
4. Menghitung matriks dengan rumus:

$$D_{ij} = y_i y_j \left(K\left(\overrightarrow{x_i} \,.\, \overrightarrow{x_j}\right) + \lambda^2\right) \quad (3)$$

dimana: (Nainggolan and Lumbanraja 2018)
D_{ij} = elemen matriks ke-ij
y_i = kelas data ke-i
y_j = kelas data ke-j
λ = batas teoritis yang akan diturunkan

5. Mencari nilai *error*

$$E_i = \sum_{j=1}^{l} \alpha_j \, D_{ij} \quad (4)$$

E_i = nilai data ke-i

6. Menghitung nilai delta alpha

$$\delta\alpha_i = \min\{\max[\gamma(1 - E_i), -\alpha_i], C - \alpha_i\} \quad (5)$$

7. Menghitung nilai α baru dengan menggunakan rumus:

$$\alpha_i = \alpha_i + \delta\alpha_i \quad (6)$$

8. Selanjutnya mencari nilai w dengan rumus :

$$w = \sum_{i=l}^{l} (\alpha_i - \alpha_i^*) \quad (7)$$

RMSE

Rata-rata persentase kesalahan *Root Mean Squared Error* (RMSE) adalah ukuran akurasi dari hasil prediksi yang merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi . Nilai evaluasi diukur dalam bentuk *error rate* menggunakan RMSE, melalui persamaan:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (8)$$

dimana:

n = jumlah data
$\hat{y}_i$ = Hasil prediksi
y_i = Data aktual

TAHAP-TAHAP PENGEMBANGAN APLIKASI

Pada tahap implementasi pembangunan *Ensemble Machine Learning* untuk memprediksi curah hujan, debit air dan kejadian banjir di Deli Serdang. Pembuatan *draft prototype* aplikasi berdasarkan hasil analisis sebelumnya, aplikasi yang dimaksud dapat menggunakan integrasi PHP dan R.

Pada perancangan *neural network* di Bahasa R diperlukan *library* yang dapat digunakan untuk implementasi *neural network* yaitu "*neuralnet". Library neuralnet* ini dibuat untuk melakukan pelatihan *neural network* dengan menggunakan *backpropagation* pada tahun 1993 – 1994 kemudian dimodifikasi pada tahun 2005 (Stefan Fritsch 2016). Pengaturan *package neuralnet* fleksibel untuk menambahkan pemilihan metode perhitungan *error* dan fungsi aktivasi. Langkah untuk mengimplementasikan *backpropagation* neural network pada Bahasa R yaitu:

- *Include library neural network* dengan sintaks : *library (neuralnet).*
- Membaca *dataset* dan menugaskan kepada sebuah variabel dengan sintaks :

data = read.csv('dataset.csv', head = TRUE).

- Pada langkah selanjutnya untuk melakukan normalisasi dilakukan dengan menggunakan metode *min-max* (minimum dan maksimum).
- Pada langkah selanjutnya menetapkan sebuah formula yang akan digunakan pada fungsi *neuralnet*, dimana fungsi *neuralnet* tersebut digunakan untuk melakukan komputasi, menetapkan *hidden*, dan membaca data.
- Pada langkah selanjutnya melakukan prediksi curah hujan dengan fungsi *compute* (nama varibel model *neural network*).
- Selanjutnya perhitungan *error* menggunakan RMSE.

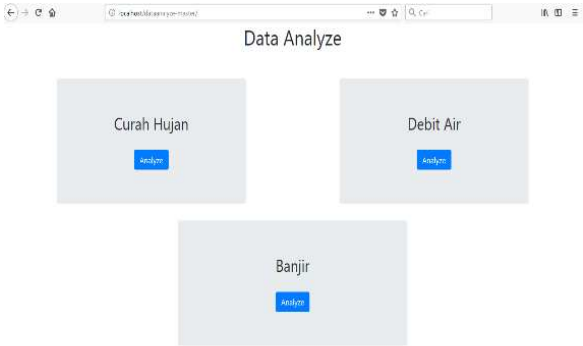
SVM dipanggil secara otomatis dengan *library* e1071 yang telah disediakan pada R *console* maka nilai variabel telah diberikan secara *default* sehingga ketika dilakukan pengujian maka akan diberikan keluaran seperti Gambar 9. Pada penelitian ini kernel yang digunakan adalah dengan menggunakan kernel *radial basis function* (RBF). Bentuk dual variabel yang mengandung nilai α memerlukan waktu yang lama untuk diselesaikan dikarenakan menggunakan *quadratic programming*. Oleh karena itu diperlukan metode-metode yang dapat menangani masalah pemecahan nilai α pada saat melakukan proses *training*. Salah satu metode yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan metode *sequential*.

```
> print(model)

Call:
svm.default(x = xTraining, y = targetTraining)


Parameters:
   SVM-Type:  eps-regression
 SVM-Kernel:  radial
       cost:  1
      gamma:  0.1666667
    epsilon:  0.1


> print(predictionmodel)
          1
0.00101143
> errormodel <- rmse(predictionmodel,targetTesting)
> print(errormodel)
[1] 0.00101143
```

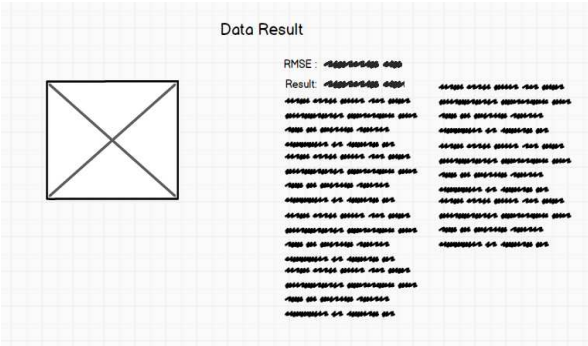
Gambar 9. Output Model SVM dengan R

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pembangunan aplikasi berbasis *web* ini memiliki 3 (tiga) pilihan untuk menganalisis data, yaitu curah hujan, debit air dan banjir pada menu utama seperti pada Gambar 10. Setelah klik *analyze* pada pilihan "Curah Hujan", tampilan diarahkan pada Gambar 11. Klik tombol telusuri untuk browsing data curah hujan yang akan diprediksi menggunakan BPNN. Data curah hujan harian dari masing-masing stasiun harus berbentuk file csv.

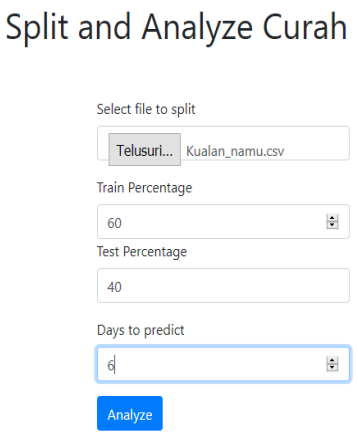


Gambar 10. Tampilan Awal Aplikasi



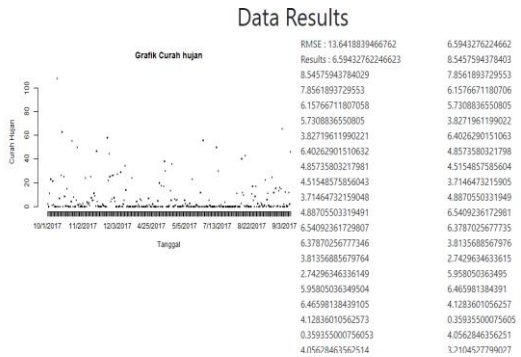
Gambar 11. Tampilan Hasil Prediksi

Persentase data *training* pada Gambar 12 di-*input* oleh pengguna sedangkan persentase data *testing* muncul secara otomatis. Hari prediksi menyatakan berapa hari yang ingin diprediksi. Sebagai contoh ingin memprediksi curah hujan 6 hari ke depan dari data sekarang maka angka 6 diketik pada "Days to Predict".



Gambar 12. Tampilan Split data curah hujan Kuala_Namu

Hasil yang ditampilkan seperti Gambar 13.

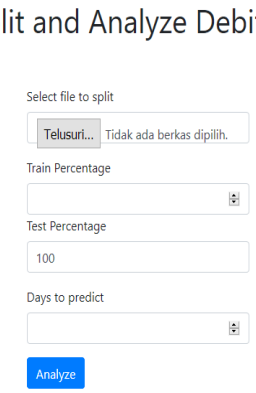


Gambar 13. Hasil prediksi curah hujan Kualanamu

Hasil berupa grafik curah hujan per tanggal, prediksi curah hujan, RMSE dan prediksi curah hujan yang sudah disesuaikan. Penyesuaian dilakukan karena prediksi curah hujan masih mengandung data negatif. Seluruh prediksi bernilai negatif dikonversi ke-0.

Langkah analisis curah hujan ini dilakukan sebanyak 3 kali yaitu menggunakan stasiun Kualanamu, Sampali kemudian Tuntungan. Data prediksi selanjutnya akan otomatis disimpan oleh aplikasi pada direktori internal berupa csv.

Prediksi debit air dilakukan dengan kembali ke menu utama. Setelah klik *analyze* pada pilihan "Debit Air" di menu utama, data curah debit air dari masing-masing stasiun berbentuk *file* csv di telusuri. Persentase data *training* diinput oleh pengguna sedangkan persentase data testing muncul secara otomatis. Hari prediksi menyatakan berapa hari yang ingin diprediksi. Sebagai contoh prediksi curah hujan 6 hari ke depan dari data sekarang maka angka 6 di-*input*-kan pada "Days to Predict".



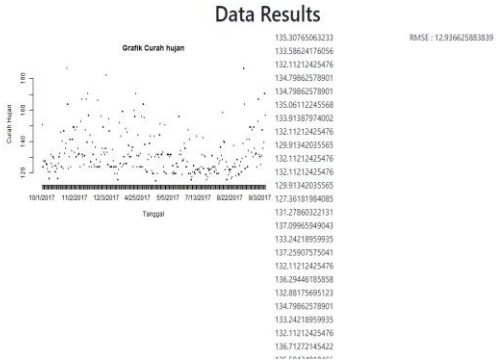
Gambar 14. Tampilan Split Data Debit Air

Persentase data *training* pada Gambar 14 di-*input* oleh pengguna sedangkan persentase data *testing* muncul secara otomatis. Hari prediksi menyatakan berapa hari yang ingin diprediksi. Sebagai contoh

ingin memprediksi debit air 6 hari ke depan dari data sekarang maka angka 6 diinputkan pada "Days to Predict".

Setelah tombol Analyze di klik akan muncul hasil prediksi debit sebagaimana Gambar 15. Data prediksi selanjutnya akan otomatis disimpan oleh aplikasi pada direktori internal berupa csv. Untuk memprediksi kejadian banjir, diperlukan data awal dan hasil prediksi:

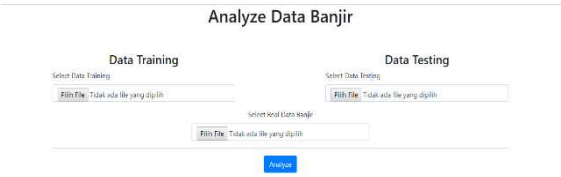
1. data curah hujan dari tiga stasiun hujan terdekat,
2. data debit air.



Gambar 15. Hasil Prediksi Debit Air

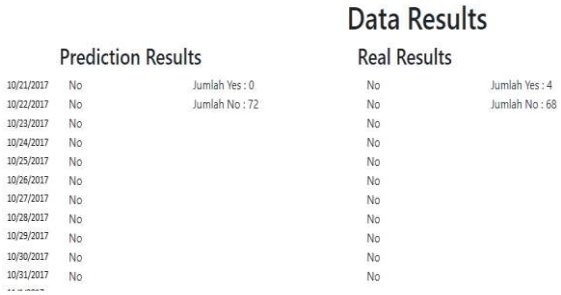
Oleh karena itu, pengguna harus melakukan *running* prediksi curah hujan tiga stasiun dan debit air sungai terdekat. Selain itu data tersebut juga harus digabungkan dalam file csv.

Berikut tampilan ketika tombol *Analyze* Banjir pada menu utama dipilih:



Gambar 16. Input Prediksi banjir

Hasil prediksi banjir adalah sebagai berikut:



Gambar 17. Hasil Prediksi banjir

Berdasarkan aplikasi, tidak akan terjadi banjir dari tanggal 23 Oktober 2017-31 Desember 2017. Akurasi prediksi menggunakan aplikasi *Ensemble Machine Learning* ini adalah 68/72 = 94.44%. Namun, jika dilihat dari data asli terjadi 4 hari banjir di Deli Serdang dalam kurun waktu 72 hari tersebut. Sedangkan aplikasi sama sekali belum dapat memprediksi hari terjadi banjir. Hal ini dikarenakan data kejadian banjir (Yes) sangat sedikit dibanding hari banjir (No) pada data training.

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini yaitu

1. Aplikasi berbasis *web* telah dapat menghasilkan prediksi curah hujan dan debit air dengan BP-NN dari *software* R.
2. Aplikasi berbasis web telah dapat menghasilkan prediksi kejadian banjir dengan SVM dari software R.
3. Menggunakan data curah hujan dari stasiun Kualanamu, Tuntungan dan Sampali serta debit air Sungai Ular pada 1 Januari 2016 sampai 22 Oktober 2017, akurasi prediksi klasifikasi hari banjir dan tidak banjir dari aplikasi ini adalah 94.4% namun belum mampu memprediksi terjadinya banjir (Yes).

Saran

Saran untuk penelitian ini adalah dilakukan *balancing target* pada data *training* yaitu dengan penggandaan data terjadi banjir (target "Yes") sehingga pengenalan pola terjadi banjir dapat dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ristekdikti atas dukungan finansial pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Andrian, Yudhi, and Erlinda Ningsih. "Prediksi Curah Hujan Di Kota Medan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network." 2014.

Anhar. Panduan Menguasai PHP & MySQL, secara Otodidak. Jakarta: Mediaki, 2010.

Arief Andy Soebroto, Imam Cholissodin, Randy Cahya Wihandika, Ziya El Arief. "Prediksi Tinggi Muka Air (TMA) Untuk Deteksi Dini Bencana Banjir Menggunakan SVR-TVIWPSO." Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 2015: 79-86.

BS05. beritasumut.com. 2016. https://beritasumut.com/peristiwa (accessed Juni 5, 2017).

Cici Oktaviani, Afdal. "Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruandengan beberapa Fungsi Pelatihan Backpropagation." Jurnal fisika Unand, 2014: 228-237.

Haykin, Simon. Neural Networks and Learning Machines. United States of America: Pearson, 2009.

James, Gareth, Daniela Witten, Trevor Hastie, and Robert Tibshirani. An Introduction to Statistical Learning with Applications in R. Springer International Publishing, 2013.

Junianto, Beno. viva.co.id. 2016. https://www.viva.co.id/berita/nasional/773600 (accessed Juni 5, 2017).

Nainggolan, Kwatri Sabattyan, and Bernando Lumbanraja. Prediksi Curah Hujan di Deli Serdang dengan Backpropagation Neural Network, Deep Belief Network, dan Support Vector Regression. Minor Thesis, Balige: Institut Teknologi Del, 2018.

Prasetyo, Erie. news.okezone.com. Februari 8, 2016. http://news.okezone.com/read/2016/02/08/340/1307300 (accessed Juni 5, 2017).

Purnamasari, Detty, Jonathan H, Yoga Perdana S, Fuji Ihsani, and I wayan S Wicaksana. Get Easy Using Weka. Jakarta Timur: Dapur Buku, 2013.

Raghava, Rashmi, and M.N. Murty. Support Vector Machines and Perceptrons. Springer International Publishing, 2016.

Riny Sulistyowati, Hari Agus Sujono, Ahmad Khamdi Musthofa. "Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler Dengan Media Komunikasi SMS Gate Way." Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015. Surabaya, 2015. 49-57.

Stefan Fritsch, Frauke Guenther, Marc Suling, Sebastian M. Mueller. www.cran.r-project.org. Agustus 26, 2016. https://cran.r-project.org/web/packages/neuralnet/neuralnet.pdf (accessed November 4, 2018).

Steinwart, Ingo, and Andreas Christmann. Support Vector Machines. New York: Springer-Verlag New York, 2008.

Wen. www.gosumut.com. Mei 10, 2018. https://www.gosumut.com/berita/baca/2018/05/10/inilah-penyebab-banjir-di-sumut (accessed November 16, 2018).

Yudhi Andrian, Erlinda Ningsih. "Prediksi Curah Hujan Di Kota Medan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network." Seminar Nasional Informatika. Medan: e-joyrnal potensi utama, 2014. 216.