



Sistem Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Sunardi^{a,*}, Anton Yudhana^b, Ghufon Zaida Muflih^c

^{ab}Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

^cTeknik Informatika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

Naskah Diterima : 11 Juni 2020; Diterima Publikasi : 31 Oktober 2020

DOI : 10.21456/vol10iss2pp155-162

Abstract

Rainfall has important role for human life. Rainfall information can be used in several fields including agriculture. As a benchmark for planting periods, water infiltration management, and irrigation. The resources for calculating rainfall are rainfall gauges, ground-based radars and remote sensing satellites. Wonosobo area's rainfall type is monsoon, meaning that it has one wet period and one dry period. It has fluctuating varied rainfall every month and the availability of rainfall data is uncertain each year. As a mountainous area, Wonosobo's agricultural sector is very dominant for their economic. Weather Observation, especially rainfall, is important because it can be used by related parties, especially in the agricultural sector. In addition, to provide rainfall data in areas with no observation stations. This study aims to design and implement a rainfall prediction system by developing the Waterfall Model Development Life Cycle (SDLC) Software and implementing backpropagation artificial neural networks (ANN). System development using the SDLC waterfall model was chosen because it is simple, easy to understand and implement. ANN backpropagation is applied in the prediction system because of its advantage that can be applied to a problem related to prediction. Testing on the system built for training and validation produces training accuracy of 93.92% with validation of 73.04%, indicating that the system can be used and has been running expectedly. The best ANN architecture was obtained on the test with input layer 3, hidden layer 12, and output 1 values, learning rate 0.5 momentum 0.9. From the SSE 0.1 target, the SSE is 0.302868.

Keywords: Rainfall; Artificial Neural Network (ANN); Backpropagation; Software Development Life Cycle (SDLC); Waterfall

Abstrak

Curah hujan mempunyai peran penting untuk kehidupan manusia. Informasi curah hujan dapat dimanfaatkan pada beberapa bidang diantaranya bidang pertanian. Sebagai patokan masa tanam, manajemen infiltrasi air, dan irigasi. Sumber daya untuk menghitung curah hujan adalah alat ukur curah hujan, radar berbasis darat, dan satelit penginderaan jauh. Jenis curah hujan di wilayah Wonosobo bersifat monsun, artinya memiliki satu kali periode basah dan satu periode kering. Wonosobo mempunyai curah hujan yang fluktuatif dan beragam tiap bulannya serta ketersediaan data curah hujan tidak menentu pada tiap tahunnya. Sebagai daerah pegunungan, sektor pertanian sangat dominan dalam perekonomian masyarakat Wonosobo. Pengamatan terhadap kondisi cuaca terutama curah hujan menjadi penting untuk dilakukan karena dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait terutama pada bidang pertanian. Selain itu untuk menyediakan data curah hujan pada wilayah yang tidak mempunyai stasiun pengamatan. Penelitian ini bertujuan membuat perancangan dan implementasi sistem prediksi curah hujan dengan pengembangan *Software Development Life Cycle (SDLC) waterfall model* dan menerapkan jaringan syaraf tiruan (JST) backpropagation. Pengembangan sistem menggunakan SDLC *waterfall model* dipilih karena sederhana, mudah dipahami dan diimplementasikan. JST backpropagation diterapkan dalam sistem prediksi karena memiliki kelebihan dapat diaplikasikan pada suatu masalah yang berkaitan dengan prediksi. Pengujian pada sistem yang dibangun untuk *training* dan validasi menghasilkan akurasi training 93.92% dengan validasi 73.04%, menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan dan telah berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Didapatkan arsitektur JST terbaik pada pengujian dengan nilai *input* layer 3, *hidden layer* 12, dan *output* 1, *learning rate* 0.5 momentum 0.9. Dari target SSE 0.1 didapatkan SSE sebesar 0.302868.

Keywords: Curah Hujan; Jaringan Syaraf Tiruan (JST); Backpropagation; Software Development Life Cycle (SDLC); Waterfall

1. Pendahuluan

Parameter meteorologi mencakup suhu udara, arah angin, kecepatan angin, curah hujan, kelembaban udara, dan petir (Septiadi, 2016).

Sebagai salah satu parameter meteorologi, curah hujan begitu berpengaruh bagi makhluk hidup atau kehidupan (Azka *et al.*, 2018). Karakteristik curah hujan yang beragam menurut ruang dan waktu menjadikan curah hujan penting untuk dilakukan

*) Penulis korespondensi: sunardi@mti.uad.ac.id

pencatatan, dengan harapan berguna untuk memahami karakteristik curah hujan yang turun pada suatu wilayah tertentu (Misnawati *et al.*, 2018). Pentingnya curah hujan untuk diprediksi, selain mempengaruhi debit air pada sumber air permukaan (Sutrisno *et al.*, 2020), dapat juga digunakan untuk membantu memperkecil dampak bencana yang ditimbulkan akibat curah hujan seperti tanah longsor, karena curah hujan yang tinggi jika terjadi di pegunungan dapat memicu terjadinya bencana (Mulsandi *et al.*, 2018). Proses prediksi curah hujan membutuhkan keakuratan karena dapat digunakan dalam berbagai kepentingan, sehingga dapat diketahui seberapa besar curah hujan yang akan datang (Pradnyana *et al.*, 2018).

Hujan di Indonesia memiliki curah hujan rata-rata sebagai gambaran kondisi curah hujan normal. Sumber daya untuk menghitung curah hujan adalah alat pengukur curah hujan, radar berbasis darat, dan satelit penginderaan jauh. Jenis hujan di Jawa Tengah bersifat monsun, yaitu pola karakteristik jenis curah hujan yang bersifat unimodial (puncak musim hujan) (Yudhana *et al.*, 2019). Kabupaten Wonosobo secara geografis terletak antara 7°11' dan 7°36' LS, 109°43' dan 110°04' BT dengan luas wilayah 984,68 km². Kabupaten Wonosobo merupakan daerah pegunungan dengan ketinggian berkisar antara 275 meter sampai dengan 2.250 mdpl. Sebagai daerah beriklim tropis, Wonosobo hanya mengenal musim kemarau dan musim penghujan. Sepanjang tahun 2017 terjadi curah hujan yang fluktuatif dan beragam setiap bulannya. Curah hujan tertinggi tercatat pada bulan Februari dengan 20,12 mm, sedangkan terendah pada bulan Agustus sebesar 0.17 mm (Wazirrudin, 2019).

Curah hujan di wilayah kabupaten Wonosobo cukup bervariasi, rata-rata curah hujan tahunan 3.567 mm/tahun. Curah hujan tertinggi umumnya terjadi bulan Januari (431mm) dan terendah terjadi bulan Agustus (36 mm). Berdasarkan kelas curah hujan tahunan sebagian besar wilayah termasuk kategori basah. Pola sekuensial dari rata-rata curah hujan bulanan mengikuti pola musonal, artinya memiliki satu kali periode basah dan satu periode kering (Tafakresnanto *et al.*, 2015). Berdasarkan data curah hujan dapat dilakukan penggolongan iklim menurut jumlah rata-rata bulan kering dengan jumlah rata-rata bulan basah (Ritha *et al.*, 2016).

Distribusi curah hujan di wilayah kabupaten Wonosobo mempunyai peran penting dalam kehidupan sehari-hari berkaitan dengan aktivitas masyarakat. Sebagai daerah pegunungan, sektor pertanian sangat dominan dalam perekonomian di masyarakat (Wonosobo, 2018). Berkaitan dengan hal tersebut maka pengamatan terhadap kondisi cuaca terutama curah hujan menjadi penting untuk dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang membutuhkan. Curah hujan dapat dimanfaatkan untuk aktivitas masyarakat dan menjadi fondasi untuk kegiatan

sehari-hari, seperti halnya pada bidang pertanian, air dari curah hujan yang turun digunakan dalam fotosintesis tanaman (Syafiqoh *et al.*, 2018), selain itu curah hujan dapat digunakan sebagai patokan untuk menentukan masa tanam, irigasi atau pengairan, serta manajemen infiltrasi air (Yudhana dan Kusuma, 2018).

Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* adalah sebuah teknik yang dapat digunakan untuk peramalan atau prediksi. *Backpropagation* banyak digunakan pada jaringan *multilayer* dengan harapan dapat meminimalkan error pada hasil dari perhitungan oleh jaringan (Triyono *et al.*, 2016). Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa model diantaranya adalah *hebb*, *perceptron*, *backpropagation* dan *adaline*. *Backpropagation* merupakan model pembelajaran yang terawasi dengan banyak lapisan atau *multilayer* untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan bobot pada *hidden layer* (Manalu, 2016). Beberapa penelitian berkaitan dengan proses prediksi menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* adalah prakiraan listrik tahun 2019 dengan eksperimen yang menghasilkan prakiraan konsumsi beban listrik dengan rata-rata tiap bulannya sebesar 265 MVA dengan tingkat kesalahan MSE 0.7% (T Arifah *et al.*, 2017). Peramalan curah hujan di kota Palembang selama 2 tahun 2014-2016, didapatkan MSE 0.25528 pada pengujian data observasi sebesar 0.79544 dilakukan dengan analisis korelasi antara output jaringan dengan data observasi (Sofian dan Apriani, 2017). Prediksi curah hujan bulanan untuk stasiun meteorologi Supadio Kubu Raya dengan pengujian terhadap curah hujan tahun 2013-2014 menghasilkan keakuratan 58.33% (Midyanti *et al.*, 2016).

Masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem prediksi curah hujan menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.

Penelitian ini bertujuan membangun sistem prediksi curah hujan bulanan dan menerapkan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* didalamnya. Sistem diharapkan dapat membantu memberikan informasi serta menyediakan data curah hujan untuk wilayah yang tidak memiliki stasiun pengamatan dan berguna pada bidang lain yang membutuhkan (pertanian), serta mencari model terbaik dalam proses pelatihan dan pengujian pada jaringan dengan tingkat kesalahan minimal.

2. Kerangka Teori

2.1. Curah Hujan

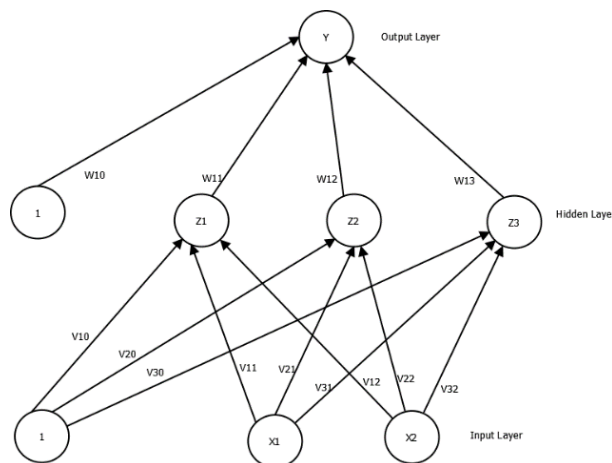
Curah hujan atau *prestipasi* adalah jumlah air hujan yang turun pada daerah tertentu dalam satuan waktu tertentu. Pengukuran curah hujan selama periode tertentu menggunakan satuan milimeter (mm) diatas permukaan datar. Curah hujan dapat juga diartikan sebagai ketinggian air hujan yang

terkumpul, tidak menguap, meresap, dan mengalir yang terkumpul pada tempat datar (Kalaksita and Irhamah, 2016).

2.2. Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan saraf tiruan merupakan sistem pengolahan informasi yang meniru prinsip kerja *neuron* otak manusia menyerupai jaringan syaraf biologis. Seperti halnya otak manusia, terdiri dari beberapa *neuron* yang saling terhubung dan mengubah informasi yang diterima melalui koneksi keluaran ke *neuron* lain. Jaringan syaraf tiruan dibuat sebagai generalisasi dari model matematika pemahaman manusia (Surya *et al.*, 2019). Jaringan syaraf tiruan ada dua model arsitektur, yaitu lapis tunggal dan banyak lapis atau *multilayer*, pada jaringan *multilayer* terdapat beberapa lapisan antara lain, lapisan *input*, lapisan tersembunyi dan lapisan *output* (Ricardo dan Gasim, 2019). Jaringan syaraf tiruan memiliki elemen untuk pemrosesan informasi yaitu fungsi transfer, input terbobot, dan output (Riadi *et al.*, 2017).

Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* sudah banyak berkembang pada banyak aplikasi, seperti pengenalan pola, peramalan dan evaluasi pekerjaan (Purba *et al.*, 2019). Pada gambar 1 berikut merupakan jaringan syaraf *multilayer* yang terdiri dari lapisan masukan, lapisan bobot pertama, lapisan tersembunyi, lapisan bobot kedua dan lapisan output:



Gambar 1. Jaringan syaraf *multilayer*

Backpropagation diperkenalkan Paul Werbos tahun 1974, dikembangkan oleh David Parker tahun 1982, selanjutnya dikembangkan lagi oleh Rumelhart dan McClelland (Haviluddin *et al.*, 2016). *Backpropagation* memiliki kelebihan dapat diaplikasikan pada penyelesaian suatu masalah berkaitan dengan identifikasi, prediksi, pengenalan pola dan sebagainya. Kemampuan belajar *backpropagation* untuk belajar bersifat adaptif dan kebal terhadap kesalahan sehingga dapat mewujudkan sistem yang tahan kerusakan dan bekerja secara konsisten (Windarto *et al.*, 2020).

Backpropagation merupakan salah satu metode dalam jaringan saraf tiruan yang dapat diaplikasikan dengan baik dalam bidang peramalan atau prediksi. Prosedur pemodelan dengan jaringan syaraf tiruan secara umum terdiri dari penyiapan data, pemilihan arsitektur, pembelajaran dan pengujian (Nurhani *et al.*, 2018). Langkah-langkah pelatihan menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* (Fadlil *et al.*, 2019) sebagai berikut:

1. Inisiasi bobot dengan nilai acak kecil.
2. Selama syarat kondisi *false*, kerjakan langkah 3-9.
3. Setiap pasangan yang akan dilakukan pembelajaran, bisa dikerjakan pada langkah 4-9.

Forward propagation

4. Setiap unit masukan ($x_i, i=1,2,...,n$) menerima sinyal input dan meneruskan ke lapisan tersembunyi.
5. Tiap unit tersembunyi ($z_j, j=1,2,...,n$), menjumlahkan masukan terbobot dengan persamaan.

$$z_{injk} = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \tag{1}$$

Hitung sinyal output dengan fungsi aktivasi,

$$z_j = f(z_{injk}) \tag{2}$$

Dan dikirim ke unit lapisan keluarans

6. Tiap unit keluaran ($y_k, k=1,2,...,m$) menjumlahkan sinyanya input terbobot dengan persamaan,

$$y_{injk} = w_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \tag{3}$$

Hitung sinyal output dengan fungsi aktivasi

$$y_j = f(y_{injk}) \tag{4}$$

Backpropagation

7. Tiap unit keluaran ($y_k, k=1,2,...,m$) menerima pola target sesuai input pembelajaran, hitung informasi error dengan,

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in k}) \tag{5}$$

Hitung suku koreksi bobot,

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k x_j \tag{6}$$

Hitung koreksi bias,

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \tag{7}$$

8. Tiap unit tersembunyi ($z_j, j=1,2,...,n$), menjumlahkan delta input dengan,

$$\delta_{injk} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \tag{8}$$

Hitung suku informasi error,

$$\delta_j = \delta_{injk} f'(x_{injk}) \tag{9}$$

Hitung suku koreksi bobot dan bias,

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \tag{10}$$

9. Tiap unit keluaran ($y_k, k=1,2,...,m$) perbarui bobot dan bias dengan,

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \tag{11}$$

Tiap unit tersembunyi ($z_j, j=1,2,...,n$) perbarui bobot dan bias ($i=0,1, \dots, p$) dengan,

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \tag{12}$$

10. Uji syarat berhenti.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation* yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dimana fungsi ini bernilai 0 sampai dengan 1. Fungsi sigmoid biner tidak pernah mencapai 0 maupun 1, maka data

curah hujan dinormalisasi dengan menggunakan persamaan (14) atau normalisasi min-max (Sutawinaya *et al.* 2017). Persamaan (13) berikut merupakan bentuk fungsi aktivasi sigmoid biner.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-ax}} \quad (13)$$

2.3. Normalisasi data

Normalisasi *min-max* merupakan metode normalisasi dengan melakukan transformasi linier terhadap data asli sehingga menghasilkan keseimbangan nilai perbandingan antar data saat sebelum dan sesudah proses (Nasution *et al.*, 2019). Normalisasi data dilakukan agar keluaran jaringan sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan. Proses normalisasi *min-max* menggunakan persamaan (14) berikut:

$$\text{newdata} = \frac{(\text{data} - \text{min}) * (\text{newmax} - \text{newmin})}{(\text{max} - \text{min})} + \text{newmin} \quad (14)$$

Dimana:

new data = data hasil dari normalisasi

min = nilai minimum dari data

max = nilai maksimum data

newmin = batas nilai minimum yang diberikan

newmax = batas nilai maksimum yang diberikan.

2.4. Sum Square Error (SSE)

Sum Square Error (SSE) digunakan untuk menghitung pengukuran kesalahan ketika jaringan digunakan untuk proses pembelajaran, apakah jaringan belajar dengan baik sehingga jika dibandingkan dengan pola baru akan mudah untuk dikenali. Kesalahan pada keluaran jaringan adalah selisih antara keluaran sebenarnya dan target keluaran (Hermawan, 2006). Perhitungan SSE menggunakan persamaan (15) berikut:

$$SSE = \sum_p \sum_j (T_{jp} - X_{jp})^2 \quad (15)$$

Dengan:

T_j = nilai keluaran jaringan saraf

X_{jp} = nilai target/ yang diinginkan untuk setiap keluaran

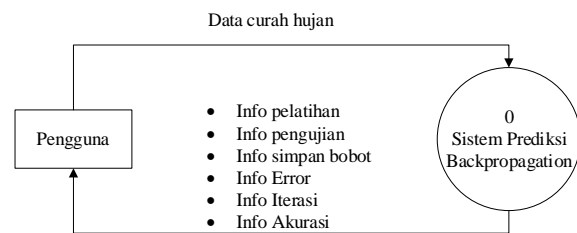
2.5. Waterfall model

Waterfall model merupakan proses pengembangan perangkat lunak berurutan, dimana kemajuan dipandang terus mengalir kebawah (air terjun) melewati fase-fase perencanaan, pemodelan, implementasi dan pengujian (Tristanto, 2018). Beberapa keunggulan *waterfall model* adalah sederhana, mudah dipahami dan diimplementasikan (Nugroho, 2019). *Waterfall model* merupakan salah satu model pengembangan perangkat lunak yang ada didalam model *Software Development Life Cycle* (SDLC). *Software Development Life Cycle* (SDLC) adalah proses memahami sebuah sistem informasi yang dapat menjadi kebutuhan bisnis, perancangan bisnis, pembangunan sistem, dan cara memberikan sistem informasi pada pengguna. Terdapat empat fase dalam SDLC yaitu fase perencanaan, fase analisis,

fase desain dan implementasi (Maesaroh *et al.*, 2017).

2.6. Kerangka sistem

Kerangka sistem pada penelitian ini merupakan representasi seluruh elemen sistem sebagai sebuah proses tunggal dengan data input dan output yang ditunjukkan dengan anak panah masuk dan keluar secara berurutan. Gambar 2 merupakan kerangka sistem prediksi curah hujan yang menggambarkan antara pengguna dengan sistem yang yang digunakan. Pengguna memberikan masukan berupa data curah hujan kedalam sistem untuk diproses. Sistem akan memberikan keluaran berupa info pelatihan, info pengujian, info bobot, info error, info iterasi dan info akurasi.



Gambar 2. Kerangka sistem prediksi curah hujan

3. Metode

3.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian sebagai proses pengumpulan dan analisis data penelitian, meliputi proses perencanaan dan pelaksanaan penelitian. Rancangan dalam penelitian ini memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Penentuan masalah penelitian, mendefinisikan permasalahan dengan studi lapangan dan mencari data.
2. Menggunakan metode pengembangan sistem *Software Development Life Cycle* (SDLC) *waterfall model*.
3. Pengembangan software dalam penelitian ini menggunakan pemrograman PHP dan MySQL database.
4. Rancangan sistem menggunakan model data flow diagram (DFD) untuk menggambarkan jaringan kerja dari suatu proses dan fungsi yang lain yang dihubungkan dengan alur data.

3.2. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *Software Development Life Cycle* (SDLC) *waterfall model* untuk membangun sistem prediksi curah hujan. Langkah penelitian menggunakan model pengembangan sistem dengan SDLC *waterfall model*, langkah tersebut meliputi, analisis, desain, pengkodean, pengujian. Tahapan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Analisis sistem mulai dari kebutuhan fungsional maupun non fungsional.

2. Desain sistem, persiapan rancang bangun implementasi yang menggambarkan bagaimana suatu sistem dibentuk.
3. Pengkodean, menerjemahkan hasil proses perancangan menjadi sebuah bentuk program.
4. Pengujian program dan mempresentasikan tinjauan ulang yang menyeluruh terhadap desain dan pengkodean.

3.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data sekunder curah hujan bulanan, dikumpulkan dari Badan Pusat Statistik serta Dinas Pangan, Pertanian dan Perikanan Kabupaten Wonosobo. Data curah hujan yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian sebagai sampel adalah data selama tiga tahun yaitu tahun 1997-1999. Data curah hujan tahun 1997-1999 seperti pada tabel 1 dan tabel 2 (lanjutan).

Tabel 1. Data curah hujan bulanan tahun 1997-1999

Thn/bln	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1997	336	427	335	289	216	334
1998	399	719	609	560	280	408
1999	679	447	350	420	226	159

Tabel 2. Data curah hujan bulanan tahun 1997-1999 (lanjutan)

Thn/bln	Jul	Ags	Sept	Okt	Nop	Des
1997	57	4	3	398	423	436
1998	281	115	162	405	545	454
1999	57	63	50	373	660	496

Data curah hujan pada tabel 1 dan tabel 2 diubah ke dalam bentuk normalisasi menggunakan normalisasi *min-max* (14) oleh sistem. Data curah hujan kemudian dibagi menjadi dua kelompok data untuk *training* dan validasi. Data tahun 1997-1998 digunakan untuk pelatihan, sedangkan data tahun 1999 digunakan sebagai validasi. Pembagian data tersebut dijelaskan pada tabel 3

Tabel 3. Pembagian data penelitian

Tahun	Data	Jumlah data
1997-1998	Training	66
1999	Validasi	66

3.4. Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan teknik pemecahan masalah yang memecah sistem menjadi bagian-bagian komponen dengan tujuan untuk mempelajari seberapa baik bagian komponen tersebut bekerja.

3.5. Analisis kebutuhan perangkat lunak

Kebutuhan fungsional diperlukan untuk mengidentifikasi apa saja yang dibutuhkan oleh pengguna sistem prediksi. Adapun kebutuhan fungsional adalah:

1. Pengguna dapat menambahkan, mengubah dan menghapus data pelatihan.
2. Pengguna dapat menambah, mengubah dan menghapus data pengujian.
3. Pengguna dapat mengubah parameter pembelajaran jaringan.

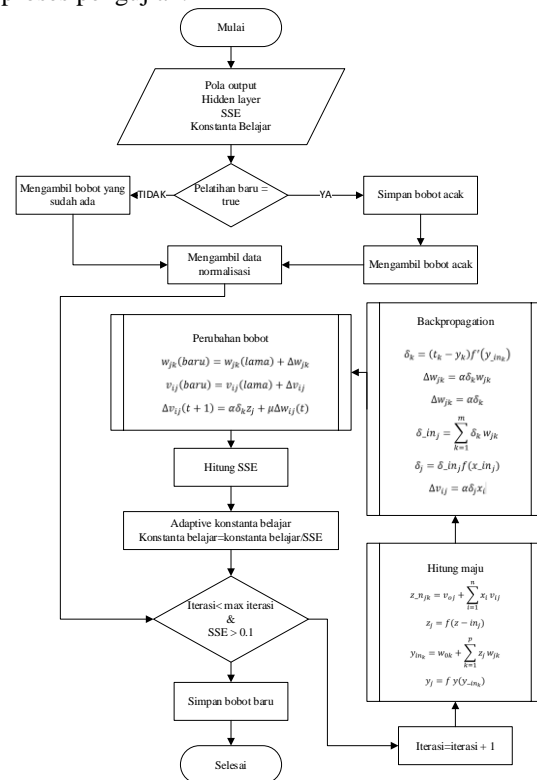
4. Pengguna dapat menyimpan bobot hasil pelatihan.
5. Pengguna mendapatkan informasi hasil pelatihan dan hasil pengujian.

3.6. Analisis Perancangan Alur Proses Sistem

Perancangan sistem prediksi curah hujan terdiri dari dua alur utama yaitu proses pelatihan dan pengujian. Proses pelatihan bertujuan melatih jaringan untuk mendapatkan bobot dengan nilai *error* yang kecil yang digunakan untuk proses pengujian. Pada proses pengujian untuk memperoleh data curah hujan baru dengan mengambil bobot hasil pelatihan.

3.6.1. Flowchart Pelatihan

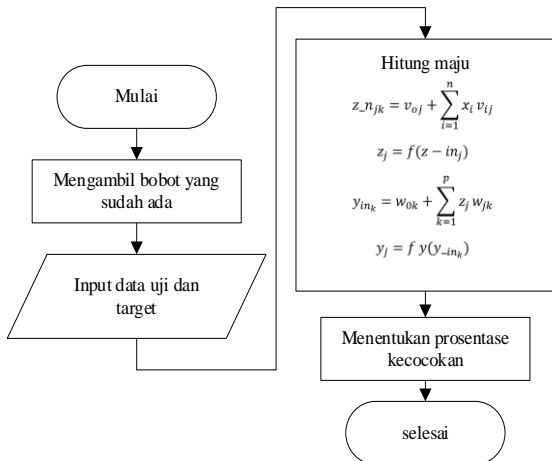
Flowchart pelatihan JST *backpropagation* pada gambar 3 menjelaskan tentang alur pelatihan pada sistem. Proses pelatihan dimulai dengan menyiapkan data curah hujan. Data yang sudah disiapkan, selanjutnya dimasukkan kedalam sistem, kemudian memasukkan parameter untuk pelatihan seperti *learning rate*, *momentum*, *iterasi*, *hidden layer* dan target *error*. Pada proses pelatihan, data dinormalisasi didalam sistem, tahap selanjutnya adalah proses perhitungan maju hingga didapatkan *error* atau proses perhitungan *forward propagation*. Bobot akan selalu diperbarui dengan perhitungan *backpropagation*. Pelatihan akan berhenti pada jumlah iterasi yang diberikan Jika target *error* belum tercapai maka iterasi berlanjut hingga target *error* terpenuhi dan disimpan menjadi bobot baru untuk proses pengujian.



Gambar 3. Flowchart pelatihan JST *backpropagation*

3.6.2. Flowchart Pengujian

Flowchart pengujian pada gambar 4 menunjukkan alur kerja sistem untuk menguji data curah hujan menggunakan bobot hasil pelatihan. Pengujian digunakan untuk mendapatkan curah data hujan baru.



Gambar 4. Flowchart pengujian jst *backpropagation* untuk mendapatkan data curah hujan baru

3.7. Desain Sistem

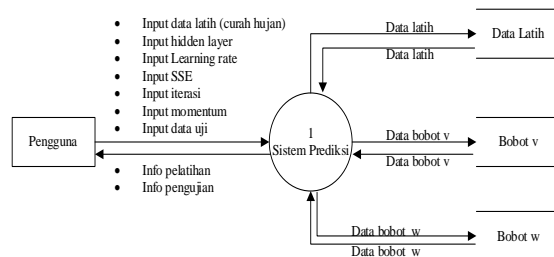
Desain sistem prediksi pada gambar 5 menggunakan diagram alir data (DFD), dimana hanya ada satu pengguna sistem. Pengguna dapat menyiapkan data pelatihan, data pengujian menggunakan data curah hujan, memasukkan *hidden layer*, *learning rate*, SSE, iterasi dan momentum. Pengguna sistem juga dapat membuat pelatihan terhadap jaringan yang dibuat, menyimpan bobot kedalam database, dan menggunakannya untuk pelatihan, serta memperoleh info pelatihan dan info pengujian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan sekumpulan elemen yang telah dirancang menjadi sebuah

program untuk menghasilkan suatu tujuan yang dibuat berdasarkan kebutuhan. Implementasi sistem prediksi curah hujan menggunakan JST *backpropagation* menggunakan bahasa pemrograman php, dan lokal *server* menggunakan xampp. Implementasi dan pengujian program menggunakan perangkat keras komputer dengan *black box testing*.



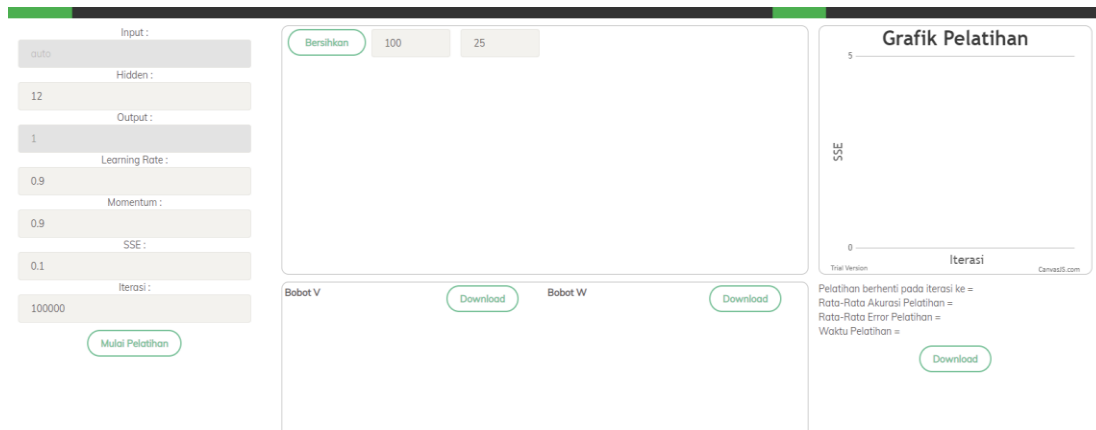
Gambar 5. Diagram Alir Data Sistem Prediksi

4.2. Antarmuka Sistem

Implementasi antarmuka sistem berupa tampilan dari program yang dibuat. Antarmuka sistem prediksi yang dibangun terdiri dari antarmuka untuk pelatihan dan pengujian. Berikut merupakan implementasi antarmuka sistem prediksi curah hujan.

4.2.1. Flowchart Pelatihan

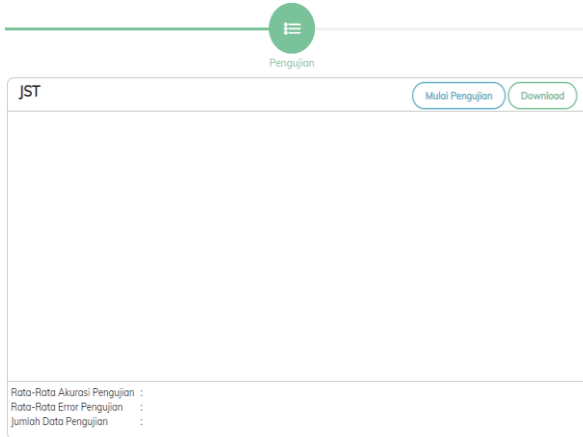
Halaman pelatihan merupakan halaman utama pada sistem prediksi seperti pada gambar 6. Sistem yang dibangun menggunakan beberapa panel dengan fungsi masing-masing yang dibutuhkan untuk pelatihan. Panel pertama sebelah kiri dapat digunakan pengguna untuk mengubah lapisan tersembunyi atau membangun JST, mengubah nilai *learning rate*, iterasi dan target *error*. Panel kedua pengguna dapat melihat informasi iterasi yang dicapai pada pelatihan dan menyimpan bobot hasil pelatihan, melihat bobot v dan w, serta melihat grafik pelatihan. Informasi lain yang didapatkan pengguna adalah rata-rata akurasi dari pelatihan, rata-rata *error* dan waktu pelatihan berlangsung.



Gambar 6. Antarmuka halaman pelatihan sistem prediksi

4.2.2. Halaman Pengujian

Antarmuka halaman pengujian pada sistem prediksi seperti pada gambar 7. Pengujian dilakukan setelah pengguna menyiapkan data uji dan memasukkannya kedalam sistem. Menyiapkan data uji berupa data curah hujan bulanan dengan pola pembacaan data curah hujan bulan satu dan bulan kedua sebagai masukan dengan target bulan ketiga. Proses pengujian dengan mengambil nilai bobot dari hasil pelatihan yang sudah disimpan sebelumnya. Halaman pengujian hanya menggunakan satu panel yang menampilkan informasi data hasil pengujian berupa keluaran data curah hujan baru, target dan persentase. Informasi lain berupa rata-rata akurasi pengujian, *error*, dan jumlah data yang diuji.



Gambar 7. Antarmuka halaman pengujian JST *backpropagation*

4.3. Validasi Hasil Penelitian

Validasi hasil penelitian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun benar dan sesuai harapan dari rumusan masalah terpenuhi. Uji dilakukan menggunakan sampel data pada tabel 1, dengan pembagian data seperti pada tabel 3.

4.3.1. Pelatihan

Hasil uji pelatihan pada tabel 4 menggunakan rentang iterasi 10000 hingga 100000 tanpa mengubah *learning rate* dan momentum dengan target error 0.1. Nilai untuk *learning rate* adalah 0.07, momentum 0.9 dan target error 0.1. Pada tabel 4 merupakan hasil terbaik dari data yang disiapkan untuk pelatihan.

Tabel 4. Perolehan hasil terbaik pada iterasi 1000 hingga 100000

No	Hidden layer	Iterasi	Akurasi	SSE	Waktu pelatihan
1	5	10000	0.6673	3.532914	1m 15s
2	11	20000	0.6812	3.377816	9m 1s
3	9	30000	0.6783	3.223271	5m 0s
...
8	6	80000	0.7183	2.603395	11m 46s
9	15	90000	0.7543	2.016196	18m 8s
10	12	100000	0.7581	1.993996	21m 52s

Pada pelatihan selanjutnya, karena nilai *error* masih tinggi dan kurang dari target *error*, maka pelatihan dilakukan dengan mengubah *learning rate*. Data pelatihan menggunakan data pada tabel 4. Hasil pelatihan dengan perubahan *learning rate* pada rentang antara 0.9 hingga 0.1 dengan momentum 0.9 dan target *error* 0.1. Hasil pelatihan dengan perubahan *learnig rate* seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pelatihan dengan perubahan *learning rate*

No	Hidden Layer	Lr*	Iterasi	Akurasi	SSE	Waktu Pelatihan
1	5	0.9	10000	76.41%	2.511201	1m 27s
2	11	0.9	20000	79.31%	1.847815	3m 33s
3	9	0.5	30000	82.51%	1.303771	3s 33s
...
8	6	0.7	80000	87.57%	0.54017	11m 34s
9	15	0.6	90000	88.95%	0.622008	11m 12s
10	12	0.5	100000	93.92%	0.302868	18m 35s

**learning rate*

4.3.2. Pengujian

Hasil pengujian pada tabel 6 menggunakan 12 data curah hujan. Pengujian dilakukan dengan mengambil bobot dari pelatihan yang sudah disimpan pada tahap pelatihan. Bobot pelatihan yang digunakan untuk pengujian menggunakan arsitektur 3-12-1, *learning rate* 0.5, momentum 0.9 dan iterasi 100000. Tabel 6 merupakan hasil pengujian dengan rata-rata akurasi 73%.

Tabel 6. Hasil pengujian pada sistem prediksi

Data	X1*	X2* *	Hasil	Target	Persentase
1	399	719	614	609	99.19%
2	719	609	569	560	98.42%
3	609	560	294	280	95.24%
...
10	405	545	458	454	99.13%
11	545	454	702	679	96.72%
12	454	679	595	447	75.13%

data masukan 1* *data masukan 2*

4.3.3. Hasil Pelatihan dan validasi

Hasil pelatihan pada arsitektur JST 3-12-1 memperoleh akurasi 93.92% dan validasi memperoleh 73.04%. Pada tabel 7 menunjukkan nilai antara target dan hasil prediksi lebih dari 50% dengan kombinasi pelatihan mengacu pada tabel 7.

Tabel 7. Tabel hasil pelatihan dan validasi

data	Pelatihan			Validasi		
	Target	Hasil	persentase	Target	Hasil	persentase
1	335	310	92.54%	609	614	99.19%
2	289	264	91.35%	560	569	98.42%
3	216	194	89.81%	280	294	95.24%
...
20	405	383	94.57%	373	132	35.39%
21	545	524	96.15%	660	263	39.85%
22	454	429	94.49%	496	607	81.71%

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini, perancangan dan implementasi sistem prediksi curah hujan berhasil dibangun dengan pengembangan perangkat lunak SDLC *waterfall model*. Sistem dapat menjadi alternatif penyedia data curah hujan untuk wilayah yang tidak memiliki stasiun pengamatan serta proses prediksi menjadi lebih mudah karena menggunakan antarmuka web. Pengujian sistem dengan *black box testing* menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan untuk memprediksi curah hujan baru dan menghasilkan akurasi pelatihan 93.92% dengan validasi sebesar 73.04%. Menunjukkan bahwa sistem telah berjalan dengan baik sesuai dengan hasil yang diharapkan. Pada Pelatihan JST penentuan kombinasi jumlah hidden layer dengan parameter pelatihan untuk mendapatkan bobot yang optimal memiliki peran penting karena digunakan untuk pengujian. Pengguna harus membuat kombinasi yang sesuai antara nilai hidden layer, *learning rate*, momentum dan iterasi. Nilai parameter pelatihan jaringan sangat berpengaruh pada kecepatan pelatihan, akurasi dan error yang dicapai. Kombinasi terbaik pelatihan diperoleh menggunakan arsitektur JST 3-12-1 dengan *learning rate* 0.5, momentum 0.9, dan target error 0.1. Nilai SSE yang didapatkan pada arsitektur tersebut sebesar 0.302868.

Hasil dari penelitian masih dapat dikembangkan dengan menekankan pada aspek optimasi JST menggunakan algoritma optimasi.

Daftar Pustaka

- Azka, M.A., Prabu, A.S., Andreas, K.S., dan Imma, R.N., 2018. Uji akurasi produk estimasi curah hujan satelit Gpm Imerg di Surabaya, Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 19(2),83.
- Fadlil, A., Rusydi, U., and Sapriani, G., 2019. Mushroom Images Identification Using Orde 1 Statistics Feature Extraction with Artificial Neural Network Classification Technique. *Journal of Physics: Conference Series* 1373(1),1–9.
- Haviluddin, H., Zainal, A., Awang, H.K., dan Dedy, C., 2016. Prediksi Kedatangan Turis Asing Ke Indonesia Menggunakan Backpropagation Neural Networks. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer* 4(4),485–90.
- Hermawan, A., 2006. *Jaringan Saraf Tiruan Teori Dan Aplikasi*. edited by S. Suyantoro. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kalaksita, Rr. Sekar dan Irhamah, I., 2016. Peramalan curah hujan harian di stasiun Ahmad Yani Kota Semarang menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). *Jurnal Sains Dan Seni ITS* 5(2),498–503.
- Maesaroh, S., Dini, R., dan Arsul, 2017. Rancang bangun sistem informasi kepegawaian (simpeg) dengan sdlc metode Waterfall studi kasus di Kantor Bkpld Kabupaten Tasikmalaya. *Tedc* 11(2),197–202.
- Manalu, Marihot, T.P., 2016. Jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi curah hujan Sumatera Utara dengan metode Back Propagation (Studi Kasus : BMKG Medan). *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)* 3(1),35–40.
- Midyanti, Dwi, M., Rahmi, H., dan Syamsul, B., 2016. Prediksi curah hujan bulanan stasiun meteorologi supadio Kubu Raya menggunakan jaringan syaraf tiruan Backpropagation. in *Seminar Nasional II Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. Tanjungpura, Universitas Tanjungpura.
- Misnawati, Rizaldi, B., Tania, J., dan Akhmad, F., 2018. Perbandingan Metodologi Koreksi Bias Data Curah Hujan CHIRPS. *LIMNOTEK - Perairan Darat Tropis Di Indonesia* 25(1),18–29.
- Mulsandi, A., Aries, K., dan Achmad, Z., 2018. Perbaikan prediksi cuaca numerik kejadian curah hujan lebat terkait dengan kejadian longsor di Banjarnegara menggunakan asimilasi data satelit. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 19(2),51.
- Nasution, D.A., Hidayah, H.K., dan Nurul, C., 2019. Perbandingan normalisasi data untuk klasifikasi wine menggunakan Algoritma K-NN. *Computer Engineering, Science and System Journal* 4(1),78.
- Nugroho, A.C., 2019. Rancang bangun sistem informasi manajemen surat tugas berbasis web menggunakan waterfall model. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT(JPIT)* 04(02),146–51.
- Nurhani, L., Aris, G., Septi, A., dan Iskandar, F., 2018. Jaringan syaraf tiruan dengan metode backpropagation untuk memprediksi jumlah mahasiswa baru. Pp. 25–30 in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*. Yogyakarta: Universitas Amikom Yogyakarta.