

LAYANAN PREDIKSI BENCANA MULTI ALGORITMA

Muhajirin¹, Ratnawati², Reski Praminasari³

Dosen Teknik Informatika¹, Manajemen Informatika² STMIK AKBA, Teknik Komputer³

adjieq@gmail.com, nana.ratnawati@ymail.com, ekhpy@gmail.com

Abstrak

Bencana alam merupakan suatu hal yang tidak diinginkan namun sulit untuk dihindari diantaranya adalah longsor, banjir, dan lain sebagainya. Bencana seperti itu pada umumnya disebabkan oleh curah hujan yang berlebihan di sepanjang tahun. Namun terkadang penanganan dini terhadap bencana tersebut tidak dilakukan oleh karena sulitnya mendapatkan informasi yang mudah dipahami oleh masyarakat tentang perkiraan apakah akan terjadi bencana atau tidak. Penelitian ini mengambil data dari database yang tersimpan hasil rekaman sensor atau radar yang dipasang diberbagai tempat (asumsi bahwa infrastruktur telah terpasang). Penelitian ini menggunakan data yang dihasilkan dari berbagai sensor cloud berupa keadaan lingkungan seperti curah hujan, level air, pergeseran tanah. mengingat keterbatasan data, maka yang dijadikan sebagai data pembelajaran bagi layanan aplikasi ini hanya data sensor curah hujan dan level air . Pola data yang dihasilkan dari proses pembelajaran akan dijadikan sebagai formula untuk memprediksi bencana pada masa yang akan datang. Penelitian dirancang dan dibangun berbasis web (bahasa pemrograman PHP) agar dapat diimplementasikan pada sistem internet. Untuk mengolah data hasil sensor cloud ANFIS algoritma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem sudah dapat berjalan pada jaringan internet. Hasil uji coba performance pada jaringan intranet diperoleh rata-rata waktu proses latih data menggunakan algoritma ANFIS dengan jumlah iterasi 100 dan data harian sebanyak 4 bulan adalah 7,68 detik pada sisi server dan 13,94 detik pada sisi client. Akurasi data yang dihasilkan dengan algoritma ANFIS pada proses latih data adalah diatas 70% sedangkan nilai error pada proses prediksi kurang dari 17%.

Kata Kunci : *Algoritma, prediksi bencana, Layanan prediksi*

1. Pendahuluan

Prediksi dapat diartikan sebagai ramalan atau perkiraan. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, prediksi adalah hasil dari kegiatan memprediksi atau meramal atau memperkirakan. Prediksi dilakukan bisa berdasarkan metode ilmiah ataupun subjektif belaka. Contoh, prediksi cuaca selalu berdasarkan data dan informasi terbaru yang didasarkan pengamatan termasuk oleh satelit. Begitupun prediksi gempa, gunung meletus

ataupun bencana secara umum. Namun, prediksi seperti pertandingan sepakbola, olahraga, dan lain-lain umumnya berdasarkan pandangan subjektif dengan sudut pandang sendiri yang memprediksinya.

Bencana alam merupakan suatu hal yang tidak diinginkan namun sulit untuk dihindari. Beberapa potensi bencana yang sering melanda kehidupan manusia diantaranya adalah longsor, banjir, dan lain sebagainya. Bencana seperti itu pada umumnya disebabkan

oleh curah hujan yang berlebihan atau sebaliknya di sepanjang tahun (Saptohartono, 2007). Namun terkadang penanganan dini terhadap bencana tersebut tidak dilakukan oleh karena sulitnya mendapatkan informasi yang mudah dipahami oleh masyarakat tentang apakah akan terjadi bencana atau tidak.

Sensor cloud adalah sebuah infrastruktur yang dapat mengorganisasikan data-data dari infrastruktur sensor-sensor secara fisik yang berbeda-beda dan terpisah secara geografis dan diintegrasikan kedalam infrastruktur jaringan internet (Yuriyama *et al.*, 2011). Sensor cloud merupakan model virtual sensor pada jaringan internet. Infrastruktur ini akan menyediakan akses data-data sensor lingkungan kepada pengguna layaknya mereka membaca secara langsung data-data tersebut dari sebuah sensor fisik (Yuriyama dan Kushida, 2010). Pada penelitian ini diasumsikan bahwa sebelumnya telah ada dibangun infrastruktur sensor cloud monitoring lingkungan yang dapat memberikan informasi mengenai keadaan lingkungan secara real time yang merupakan pengembangan dari konsep deteksi banjir (zainuddin, 2011). Kemudian infrastuktur ini dikembangkan dengan merancang perangkat lunak yang menerima informasi dari jaringan sensor monitoring lingkungan lalu tersimpan pada sistem basisdata, serta memiliki beberapa aplikasi terkait monitoring, salah satunya penyediaan informasi hasil pengukuran (Rahman, 2012).

Satu hal yang menarik untuk diteliti adalah data yang masuk kedalam server monitoring lingkungan adalah data beberapa saat setelah sensor menerima masukan. Jadi pencegahan banyaknya korban belum bisa sesegera mungkin dilakukan karena belum adanya layanan untuk mengolah data yang telah diakusisi kedalam database sebagai acuan untuk melakukan prediksi keadaan lingkungan. Sehingga sebelum kejadian apakah akan terjadi bencana atau tidak sudah bisa secepatnya dipersiapkan penanganan korban.

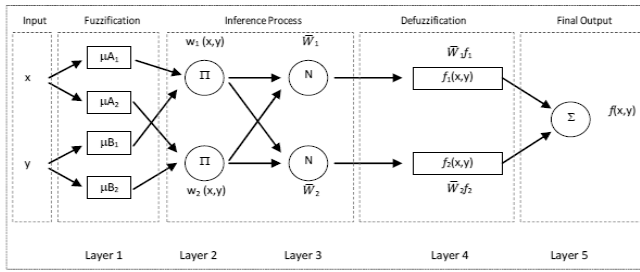
Setelah melakukan studi literatur, Adaptif Neuro-Fuzzy Interference System (ANFIS) telah banyak digunakan dalam

berbagai bidang, diantaranya untuk prakiraan beban puncak jangka panjang pada sistem kelistrikan indonesia (Rahman *et al.*, 2012), simulasi pada sistem lampu lalu lintas enam ruas (Putra *et al.*, 2011), diagnosa kesehatan pekerja industri. ANFIS merupakan algoritma yang cukup akurat dalam memprediksi dibanding beberapa algoritma lainnya seperti ARIMA dan Wavelet (Musadat, 2012). ANFIS juga telah banyak dilakukan kajian yang berhubungan dengan Hidrometeorologis (Mashudi, 2001). Metode perhitungan ANFIS memberikan keuntungan dalam pemodelan ketika data yang diolah hubungan fisisnya tidak dapat diketahui dengan pasti (Nayak, 2004). Algoritma ANFIS menggabungkan dua algoritma yaitu algoritma jaringan syaraf tiruan dan algoritma logika fuzzy (Jang *et al.*, 1997). Model ANFIS yang digunakan dalam .

Tujuan penelitian ini adalah akan dikembangkan suatu bagian yaitu aplikasi prediksi yang diimplementasikan pada infrastruktur sensor cloud untuk memprediksi beberapa bencana alam seperti banjir dan kekeringan sebagai pelengkap pada infrastruktur Sensor Cloud.

2. Adaptive Network-Based-Fuzzy Inferences System (ANFIS)

Adaptive Network-Based-Fuzzy Inferences System (ANFIS) merupakan perpaduan dua konsep, neural network dan fuzzy logic. Neuralnetwork untuk mengenali pola dan menyesuaikan pola terhadap perubahan lingkungan, sedangkan fuzzy logic menggabungkan pengetahuan manusia dan mencari kesimpulan untuk membuat suatu keputusan. Arsitektur ANFIS terdiri dari 5 layer: fuzzification layer, proses inferences, defuzzification layer, dan summation sebagai output layer Sebagai mana pada (gambar 1).



Gambar 1. Struktur ANFIS

Lapisan 1:

Setiap simpul i pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul [2]:

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x), \text{ untuk } i=1,2, \text{ atau}$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y), \text{ untuk } i=3,4, \text{ atau}$$

dimana x (atau y) adalah masukan bagi simpul i, dan A_i (atau B_{i-2}) adalah label bahasa (linguistic label) seperti misalnya “kecil” atau “luas”, dan lain-lain. Dengan kata lain, $O_{1,i}$ adalah tingkatan keanggotaan dari himpunan fuzzy A (= A_1, A_2, B_1 atau B_2) dan menentukan derajat keanggotaan dari masukan x (atau y) yang diberikan. Fungsi keanggotaan parameter dari A dapat didekati dengan fungsi bell [2]:

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 \right]^{b_i}}$$

Di mana $\{a_i, b_i, c_i\}$ adalah himpunan parameter. Parameter pada lapisan ini disebut parameter premis.

Lapisan 2:

Setiap simpul pada lapisan ini diberi label Π , bersifat non-adaptif (parameter tetap) yang mempunyai keluaran berupa perkalian dari semua sinyal yang masuk

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \mu_{B_i}(y), \text{ untuk } i=1,2$$

Masing-masing keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan dari aturan fuzzy. Secara umum beberapa operator T-norm yang dapat mengungkapkan logika fuzzy AND dapat digunakan sebagai fungsi simpul pada lapisan ini.

Lapisan 3:

Setiap simpul pada lapisan ini diberi label N, juga bersifat non-adaptif. Masing-masing simpul menampilkan derajat pengaktifan ternormalisasi dengan bentuk [2].

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = w_i / (w_1 + w_2), i=1,2$$

Apabila dibentuk lebih dari dua aturan, fungsi dapat diperluas dengan membagi w_i dengan jumlah total w untuk semua aturan.

Lapisan 4:

Tiap simpul pada lapisan ini berupa simpul adaptif dengan fungsi simpul:

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i - q_i y - r_i)$$

dimana w_i adalah derajat pengaktifan ternormalisasi dari lapisan 3 dan $\{p_i, q_i, r_i\}$ merupakan himpunan parameter dari simpul ini. Parameter di lapisan ini dinamakan parameter parameter konsekuen.

Lapisan 5:

Simpul tunggal pada lapisan ini diberi label Σ , yang mana menghitung semua keluaran sebagai penjumlahan dari semua sinyal yang masuk: Keluaran keseluruhan

$$O_{5,i} = \sum \bar{w}_i f_i = \sum w_i f_i / \sum w_i$$

Prediksi dengan metode ANFIS terbagi menjadi 3 proses yaitu: proses Inialisasi awal, proses pembelajaran (learning), dan proses peramalan. Penentuan periode input dan periode training dilakukan saat inialisasi awal dimana tiap-tiap periode input memiliki pola atau pattern yang berbeda. Data yang digunakan untuk proses pembelajaran (training) terdiri dari data input, parameter ANFIS, dan data test yang berada pada periode training ANFIS. Training dengan ANFIS menggunakan algoritma belajar hibrida, dimana dilakukan penggabungan metode Least-squares estimator (LSE) pada alur maju dan error backpropagation (EBP) pada alur mundur. Pada algoritma belajar ini nilai parameter premis akan tetap saat alur maju, namun

sebaliknya parameter konsekuen akan terupdate saat alur maju. Alur maju Gambar 2. Blok diagram alur maju ANFIS untuk time series forecasting.

Pada blok diagram (Gambar 4) terlihat mengenai proses alur maju dari sebuah sistem ANFIS yang terdiri dari beberapa layer. Pada layer pertama data input pada masing - masing periode akan dilakukan proses fuzzyfikasi. Proses ini adalah untuk memetakan *input*-an data kedalam himpunan fuzzy sesuai dengan klasifikasi yang dipilih (pada penelitian ini hanya menggunakan dua jenis himpunan fuzzy yaitu: tinggi dan rendah). Dalam proses ini *input*-an akan dilakukan perhitungan fungsi keanggotaan fuzzy untuk mentransformasi masukan himpunan klasik (crisp) ke derajat tertentu. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah jenis Gaussian dimana pada fungsi keanggotaan ini terdapat dua parameter yaitu mean dan varian, parameter tersebut dalam metode ANFIS disebut sebagai parameter premis. Pada layer kedua dan ketiga dilakukan proses inference engine (system inferensi fuzzy) ditentukan rule fuzzy untuk dilakukan proses perhitungan selanjutnya. Pada proses ini digunakan model Takagi Sugeno.

Pada penelitian ini digunakan dua rule yaitu: jika $mx1$ bertemu $my1$ maka akan dilanjutkan ke $W1$, dan jika $mx2$ bertemu $my2$ maka akan dilanjutkan ke $W2$. nilai $W1$ dan $W2$ didapat dari hasil pencarian nilai minimum untuk masing – masing input keanggotaan fuzzy. Pada layer 4 dilakukan proses defuzzyfikasi dilakukan perhitungan mentransformasi hasil fuzzy ke bentuk keluaran yang crisp. Pada layer ini dilakukan perhitungan LSA untuk mendapatkan nilai parameter konsekuen. Pada layer 5 dilakukan proses summary dari dua output pada layer 4. Pada ANFIS system fuzzy terletak pada layer 1,2,3 dan 4. dimana system fuzzy ini adalah sebagai penentu *hidden node* yang terdapat pada *system neural network*.

3. Bahan dan Metode

a. Lokasi dan Waktu Penelitian

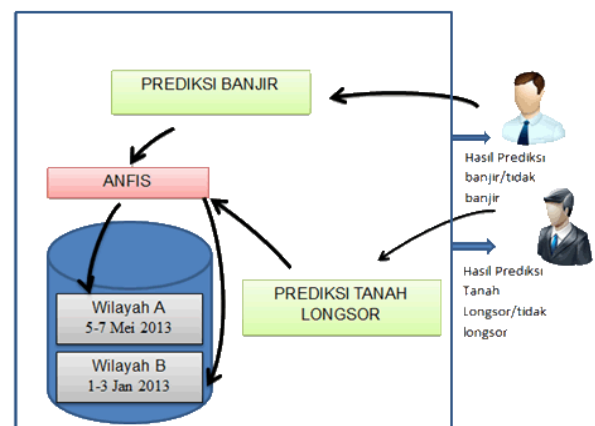
Penelitian ini diuji coba di Laboratorium Divais Universitas Hasanuddin dan dilakukan selama satu tahun empat bulan dimulai dari bulan Maret 2013 sampai bulan Juli 2014.

b. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang telah ada pada database infrastruktur sensor cloud dari januari 2011 hingga desember 2012.

c. Rancangan Penelitian

Adapun perancangan dari sistem ini dimulai dari pengumpulan data yang akan diolah yakni data-data dari sensor yang telah diimplementasikan oleh peneliti sebelumnya. Data – data kemudian dianalisis keterkaitannya. Dengan dukungan berbagai literatur maka ditentukan algoritma Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) sebagai alat bantu dalam proses prediksi bencana. Software yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan asumsi pengguna layanan prediksi bencana ini bisa melakukan prediksi dan latih data dari berbagai wilayah dalam waktu bersamaan kadir (2008). Ilustrasi dapat dilihat pada (gambar 1). Rancangan pengujian performa sistem dilakukan pada jaringan intranet terhubung dengan menggunakan alat komunikasi berupa jaringan wireless.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

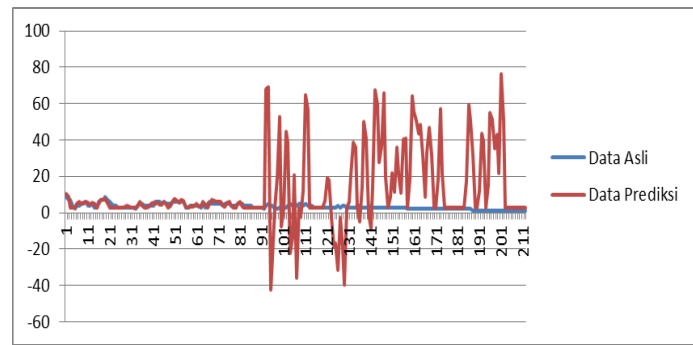
d. Metode Analisis Data

Untuk memprediksi bencana banjir atau kekeringan pada suatu wilayah maka data yang bersumber dari sensor curah hujan diintegrasikan dengan data yang bersumber sensor level air. Sebagaimana struktur ANFIS pada (gambar 2) maka yang mejadi x dan y adalah curah hujan sedangkan f akan menjadi pembanding level air. Terdapat dua masukan yakni x dan y maka x diasumsikan sebagai data curah hujan sama dengan waktu pengambilan data level air. Sedangkan y diasumsikan data curah hujan sebelum pengambilan data level air. Misalnya periode data dari tanggal 2 Januari 2012 sampai dengan 31 Juli 2012 maka data x dari tanggal 1 Januari 2012 sampai 30 Juli 2012 sedangkan data y sesuai dengan periode data.

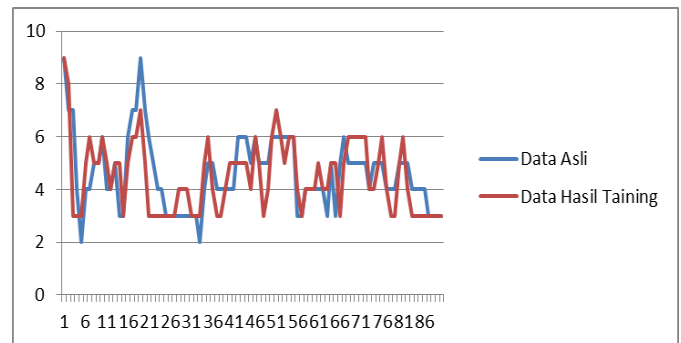
4. Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Penelitian

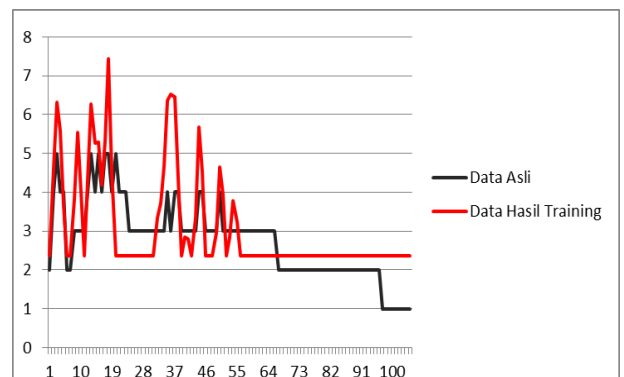
Berdasarkan dari tahapan perancangan sistem, maka diperoleh sistem layanan prediksi bencana yang terintegrasi dengan infrastruktur sensor cloud. Berdasarkan hasil analisis data dengan periode data pengujian dari Januari sampai dengan Juli 2012 dengan data harian sebanyak 212 dan iterasi latih data sebanyak 200 menunjukkan tingkat akurasi 34,90 % sesuai grafik pada (gambar 3). Angka tersebut kurang akurat sehingga dilakukan percobaan dengan cara membagi dua periode yakni Januari sampai Maret 2012 dan April sampai Juli 2012. Tingkat akurasi yang diperoleh dari percobaan tersebut menunjukkan angka yang cukup akurat yaitu 70% sesuai untuk periode Januari sampai Maret 2012 grafik pada (gambar 4) dan 76% untuk periode April sampai Juli 2012 grafik pada (gambar 5). Pembagian periode data tersebut berdasarkan analisis data secara manual. Periode data pada bulan Januari hingga Maret 2012 rata-rata curah hujannya tinggi sedangkan untuk periode April sampai Juli 2012 rata-rata curah hujannya rendah.



Gambar 3. Grafik Latih Data Periode Januari – Juli 2012



Gambar 4. Grafik Latih Data Periode Januari – April 2012



Gambar 5. Grafik Latih Data Periode April – Juli 2012

Ditinjau dari segi performance, Pengujian performance dilakukan dengan cara melakukan proses pengaksesan program secara bersamaan antara server dengan client. Dengan menggunakan jaringan wireless. Kegiatan yang paling berat dilakukan adalah latih data. Pada proses pengujian ini dilakukan dengan memilih

wilayah yang sama, periode data yang sama, algoritma yang sama, dan iterasi yang sama.

Hasil yang diperoleh dari pengujian ini menunjukkan bahwa pada saat proses pengambilan data dari database ke sistem untuk diolah justru di client lebih cepat dibanding server (selisih 3 detik). Namun pada saat proses iterasi menunjukkan selisih waktu jauh berbeda. Dengan iterasi 100 dan periode data juni 2012 sampai oktober 2012 maka selisih waktu latih data dapat lihat pada tabel 2. perhitungan waktu dilakukan dengan cara mengambil menghitung selisih waktu mulai mengerjakan perintah pertama dengan waktu selesainya mengerjakan perintah baris terakhir.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pengujian *Performance*

Pengujian	Waktu server (detik)	Waktu di client (detik)
1.	7.70539999	14.605390090
2.	6.783400059	17.684401051
3.	8.424686909	15.183401051
4.	6.98340206	9.483402052
5.	8.524786008	12.733406056
Rata-Rata	7.684335005	13.93800006

Hasil pengukuran pengujian *performance* dengan melihat pada (tabel 1) menunjukkan bahwa waktu proses latih data dengan ANFIS pada server dibandingkan dengan client rata-ratanya selisihnya hampir sangat besar, yakni 6.25366505499644 detik. Hampir dua kali lipat lebih besar waktu proses di client dari pada proses pada sisi server.

Linier dengan waktu jika diukur dengan menggunakan stopwatch, rata-rata waktu mulai proses hingga selesai latih data untuk di server membutuhkan waktu 1 menit 17 detik sedangkan di client 18 menit 25 detik.

b. Pembahasan

Penelitian ini memperlihatkan layanan prediksi bencana dengan memanfaatkan beberapa algoritma yang diterapkan dalam bahasa pemrograman PHP. Setelah dilakukan uji coba dengan menggunakan data curah hujan

dan sensor level air. Layanan ini telah mampu melakukan prediksi bencana berupa prediksi banjir dan prediksi kekeringan diberbagai wilayah yang tercatat datanya dengan baik dan akurat. Semakin akurat data yang dilatih maka hasil prediksi akan semakin akurat. Untuk menjalankan aplikasi layanan ini, pemakai harus menggunakan browser dan terkoneksi dengan jaringan atau diinstallkan web server serta memiliki username dan password kemudian bisa melakukan training data dan prediksi bencana.

Dengan melakukan ujicoba prediksi dari ketiga hasil latih data menunjukkan nilai error berbanding terbalik dengan tingkat akurasi yaitu semakin tinggi akurasi pada saat latih data maka nilai error prediksi semakin rendah dan sebaliknya.

Ada beberapa poin yang diperoleh dari hasil ujicoba sistem ini antara lain:

Pertama untuk pengujian *performance* masih jauh perbedaan dari segi waktu antara pengujian menggunakan server dengan pengujian menggunakan client dimana pada pengujian terberat yaitu latih data menggunakan algoritma Anfis di server hanya membutuhkan waktu rata-rata 7,69 detik dengan 100 iterasi sedangkan pada client membutuhkan waktu 13,94 detik.

Kedua pengujian dengan prosentase akurasi pada proses latih data menunjukkan bahwa pada latih data dengan periode data dari januari hingga juli 2012 menghasilkan hanya 33,49% setelah dilakukan pembagian periode dengan cara latih data dari januari hingga maret 2012 dan april hingga juli 2012 menghasilkan akurasi data yang cukup akurat yakni masing-masing 70,00% dan 76,19%.

Ketiga Pengujian dengan perhitungan error dengan cara mengukur nilai error dari ketiga hasil pemrosesan latih data, maka didapatkan hasil yang hampir sama dengan pola pengujian prosentasi akurasi. Pada proses latih pertama menghasilkan hasil prediksi nilai error 16%, untuk yang kedua dan ketiga masing-masing 10,33% dan 5.00%.

5. Kesimpulan dan Saran

Layanan prediksi bencana multi algoritma merupakan salah satu penunjang yang membantu melengkapi layanan monitoring lingkungan yang dilakukan peneliti sebelumnya yang hanya bisa memonitoring lingkungan berdasarkan fakta pada saat sensor atau radar mengirim data ke server. Layanan prediksi ini telah mampu memprediksi bencana khususnya banjir dan kekeringan berdasarkan hasil pembelajaran data yang ada pada server. Untuk lebih meningkatkan kinerja layanan ini disarankan pada peneliti berikutnya untuk mengembangkan pada prediksi-prediksi bencana lainnya seperti tanah longsor, gempa bumi, angin puting beliung dan lainnya.

6. Daftar Pustaka

1. Ahmed, K. and Gregory, M. 2011. Integrating Wireless Sensor Networks with Cloud Computing. 2011 Seventh International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks.
2. Firdaus, M. 2006. Seri Metode Kuantitatif: Analisis Deret Waktu Satu Ragam (ARIMA-SARIMA-ARCH GARCH), IPB Press: Bogor
3. Iwai, A. and Aoyama, M. 2011. Automotive Cloud Service Systems Based on Service-Oriented Architecture and Its Evaluation. 2011 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing
4. Jang, J.S.R., Sun C.T. 1997. Neuro Fuzzy and Soft Computing. New Jersey, Prentice-Hall (UK) Inc.
5. Kadir, Abdul. (2008). Dasar Pemrograman Web dinamis Menggunakan PHP. Yogyakarta: Andi Offset.
6. Kusriani and Emha, Taufik L. 2009. Algoritma Data Mining, Penerbit Andi dan STMIK AMIKOM. Yogyakarta
7. Mashudi, M. R. (2001). Forecasting Water Demand using Neural Network in The Operation of Reservoirs in Citarum Cascade, West Java.
8. Musadat, Fitria. (2012). Inpelentasi Algoritma untuk Prediksi Curah Hujan Pada Sistem Pendeteksian Dini Bencana Banjir. Thesis Jurusan Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, Makassar.
9. Nayak, P. C. (2004). A Neuro Fuzzy Computing Technique for Modelling Hydrological Time Series. 291:52-66
10. Putra B. S., R. S. Wahono, dan R. I. Akbar. (2011). Simulasi Penerapan Anfis pada Sistem Lampu Lalu Lintas Enam Ruas. Jurnal Ilmiah Kursor Vol. 6, No. 2
11. Rahman. 2012. Model Infrastruktur Perangkat Lunak Sensor Cloud Untuk Sistem Monitoring Lingkungan. Universitas Hasanuddin, Makassar.
12. Sadeq, Ahmad. 2008. Analisis Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan Dengan Metode ARIMA (Studi pada IHSG di Bursa Efek Jakarta). Universitas Diponegoro. Semarang

13. Sutojo, T., dkk. 2011. Kecerdasan Buatan. Penerbit Andi dan Universitas Dian Nusantoro Serang.
14. Yuriyama, M., and Takayuki, K. 2010. Sensor-Cloud Infrastructure Physical Sensor Management with Virtualized Sensors on Cloud Computing. 2010 13th International Conference on Network-Based Information Systems.
15. Yuriyama, M., Takayuki, K. and Mayumi, I. 2011. A New Model of Accelerating Service Innovation with Sensor-Cloud Infrastructure. 2011 Annual SRII Global Conference.
16. Zainuddin, Zahir. 2011. Konsep Pengembangan Deteksi Dini Banjir. Universitas Hasanuddin.