

Perancangan Prediktor Cuaca Maritim Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan *User Interface* Android

M Kahfi Anshari, Syamsul Arifin dan Andi Rahmadiansah
Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail: syamp3ai@its.ac.id

Abstrak—Pola iklim dan cuaca di Indonesia yang tidak beraturan dan ekstrim akan mengganggu transportasi laut. Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan prediktor cuaca maritim berbasis logika fuzzy takagi sugeno menggunakan *user interface* smartphone android. *User interface* smartphone android dipilih karena android banyak digunakan masyarakat indonesia. Data yang digunakan untuk membangun basis aturan dan fungsi keanggotaan berasal dari data BMKG II Perak yang direkam perjam selama 6 tahun yaitu dari januari 2007 hingga desember 2012. Digunakan data cuaca maritim dari tahun 2007 hingga 2012 untuk membangun basis aturan dan fungsi keanggotaan logika fuzzy. Validasi prediksi cuaca maritim dilakukan dengan menggunakan data BMKG bulan februari 2013. Selain menggunakan data BMKG juga dilakukan validasi real-time menggunakan data maritim buoyweather. Hasil penelitian didapatkan akurasi prediksi cuaca maritim tertinggi, yaitu: suhu udara, kelembaban udara, kecepatan arus laut, tinggi gelombang dan curah hujan adalah 83%, 84.5%, 87 %, 85.7% dan 95%.

Kata Kunci—Android, Cuaca Maritim, Prediksi Cuaca Maritim

I. PENDAHULUAN

POLA cuaca dan iklim di Indonesia akhir-akhir ini sangat ekstrim, cuaca ekstrim tersebut mengakibatkan beberapa kapal ro-ro (*roll on roll off*) di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya menunda keberangkatan karena buruknya cuaca dan tingginya gelombang laut di Laut Jawa [1]. Jumlah kecelakaan kapal pelayaran di Indonesia cukup memprihatinkan, dari 46 kecelakaan pelayaran kapal di Indonesia pada tahun 2002, 11,75% kecelakaan tersebut disebabkan oleh faktor cuaca yang tidak menentu [2].

BMKG telah menyediakan pusat informasi mengenai data cuaca, prakiraan cuaca dan iklim cuaca. Keakuratan prediksi cuaca dan iklim program tersebut semakin rendah apabila memprediksi cuaca pada suatu lokasi perairan yang jauh dari lokasi data-data cuaca interpolasi dan ekstrapolasi. Kondisi seperti ini dapat diperbaiki dengan menambah stasiun cuaca maritim untuk menunjang prakiraan cuaca dan iklim di Indonesia.

Perkembangan *smartphone* android di Indonesia terus meningkat. Pada tahun 2012 *smartphone* android menguasai pasar *smartphone* di Indonesia sebesar 52%. Pangsa pasar *smartphone* android tersebut menunjukkan *smartphone* android dapat digunakan sebagai pusat informasi cuaca di Indonesia. Dengan membuat aplikasi prediksi cuaca berbasis *smartphone* android diharapkan informasi prediksi cuaca dan iklim

maritim di Indonesia dapat diakses lebih mudah oleh masyarakat Indonesia.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan prediksi cuaca maritim menggunakan metode ANFIS yang dilakukan oleh Ardian Chandra dengan koordinat pengambilan data 70 12' 20'' LS - 1120 44' 08'' [3]. Kemudian pengembangan penelitian tersebut dilakukan oleh Riki Jaya Sampurna dengan mengambil 3 koordinat data, yaitu pada 3.540425oS - 113.90880oE (Perairan Banjarmasin), 4,648136oS - 113,908806oE (Laut Jawa) dan 6.874824oS - 112.747800oE (Perairan Surabaya). Ketiga penelitian tersebut masih bersifat *offline*, sehingga dilakukan penelitian lanjutan oleh Ilham Bangun Asmoro [4]. Pada penelitian tersebut dilakukan pembuatan software prediktor cuaca darat dengan basis logika fuzzy yang dapat mengolah data dari stasiun cuaca darat secara real time. Pada tahun 2012, dilakukan penelitian mengenai prediksi cuaca maritim secara *online* oleh Habib [5].

Berdasarkan penelitian terdahulu inilah peneliti ingin membuat sistem prediktor cuaca maritim secara online yang dapat ditampilkan pada *smartphone* android sehingga mempermudah pengguna untuk mengakses data cuaca dan prakiraan cuaca maritim.

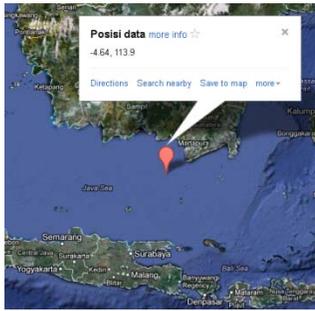
II. URAIAN PENELITIAN

A. Cuaca dan Iklim

Cuaca dan iklim memiliki hubungan yang saling berhubungan. Pada dasarnya cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat. Iklim adalah keadaan cuaca rata-rata dalam waktu satu tahun yang penyelidikannya dilakukan dalam waktu yang lama (minimal 30 tahun) dan meliputi wilayah yang luas. Iklim memiliki waktu lebih panjang pada suatu daerah. Iklim dapat mencakup pola cuaca disuatu daerah, masa dingin, gelombang panas, frekuensi dan intensitas badai. Sedangkan cuaca itu terbentuk dari gabungan unsur cuaca dan jangka waktu cuaca bisa hanya beberapa jam saja. Misalnya: pagi hari, siang hari atau sore hari, dan keadaannya bisa berbeda-beda untuk setiap tempat serta setiap jamnya.

B. Unsur Cuaca

Pada umumnya ada unsur-unsur yang mempengaruhi keadaan cuaca dan iklim suatu daerah atau wilayah maritim, yaitu: suhu udara, angin, tekanan udara, kelembaban udara dan



Gambar 1. Letak koordinat pengambilan data cuaca maritim

curah hujan. Suhu udara adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Biasanya pengukuran suhu atau temperatur udara dinyatakan dalam skala Celcius (C), Reamur (R), dan Fahrenheit (F). Angin adalah gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Kekuatan angin ditentukan oleh kecepatannya, makin cepat angin bertiup maka makin tinggi/besar kekuatannya. Tekanan udara adalah suatu gaya yang timbul akibat adanya berat dari lapisan udara. Besarnya tekanan udara diukur dengan barometer dan dinyatakan dengan milibar (mb). Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam massa udara pada saat dan tempat tertentu. Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Curah hujan diukur dalam harian, bulanan, dan tahunan. Menurut BMKG, berdasarkan curah hujannya hujan dikasifikasikan menjadi: hujan sedang dengan curah hujan 20 - 50 mm per hari, hujan lebat dengan curah hujan 50-100 mm per hari, dan hujan sangat lebat dengan curah hujan di atas 100 mm per hari

C. Pengambilan Data Cuaca Maritim

Data cuaca maritim pada penelitian ini didapatkan dari BMKG II Perak Surabaya. Data cuaca maritim yang diperoleh direkam per-jam selama enam tahun yaitu mulai tahun 2007 sampai dengan tahun 2012. Data cuaca maritim tersebut merupakan data cuaca maritim pada koordinat 4.64 OS – 113.9 0E.

Untuk kecepatan arus yang dibangkitkan oleh angin dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{lw}(z) = V_{lw}(o) \frac{d_0 - 1}{d_0} \quad \text{for } 0 \leq z \leq d_0 \quad (1)$$

Dimana d_0 adalah kedalaman referensi untuk arus yang dibangkitkan oleh angin, biasanya diberikan nilai 50 m dan z adalah komponen vertikal yang akan diukur. Collar (1986) telah menunjukkan bahwa kecepatan arus permukaan laut (V_{lw}) dapat didekati dengan persamaan :

$$V_{lw}(0) = 0,02V_{10} \quad (2)$$

Dimana V_{10} adalah kecepatan angin yang diukur 10 m dari atas permukaan air laut [6].

B. Perancangan Sistem Prediksi Cuaca Maritim

Pada penelitian ini digunakan logika fuzzy untuk memprediksi cuaca maritim karena memiliki performa yang baik [7]. Setelah mendapatkan data cuaca yang dibutuhkan, dilakukan pengelompokan data cuaca berdasarkan skala beaufort. Pada data cuaca kecepatan angin, tinggi gelombang dan arus laut dikelompokkan menjadi tujuh kategori. Pada data cuaca suhu udara dan tekanan udara dikelompokkan menjadi tiga kategori. Fungsi persamaan sistem logika fuzzy dapat dilihat dibawah ini:

$$H(t + 1) = f(V_{angin}(t), H(t), H(t - 1)) \quad (3)$$

$$Cu(t + 1) = f(V_{angin}(t), Cu(t), Cu(t - 1)) \quad (4)$$

$$T(t + 1) = f(T(t), T(t - 1)) \quad (5)$$

$$Rh(t + 1) = f(T(t), T(t - 1)) \quad (6)$$

$$Hujan(t + 1) = f(T(t + 1), Rh(T + 1)) \quad (7)$$

Keterangan:

H_s = ketinggian gelombang

V_{angin} = kecepatan angin

Cu = kecepatan arus

T = Suhu

Rh = Kelembaban Udara

P = Tekanan

Hujan = curah hujan

Prediksi cuaca maritim di variasi menjadi 1,3,6,12 dan 24 jam ke depan serta di variasi menjadi 1,2,3,4,5,6,dan 7 hari ke depan.

D. Perancangan Fuzzy Interference System

Pada penelitian ini juga dilakukan beberapa variasi fuzzy takagi sugeno inference system untuk memprediksi ketinggian gelombang laut, kecepatan arus laut, curah hujan, suhu dan kelembaban udara. Variasi pertama memprediksi 1 jam kedepan, 3 jam kedepan, 6 jam kedepan, 12 jam kedepan 24 jam kedepan. Adapun variasi kedua memprediksi 1 hari kedepan, 2 hari kedepan, 3 hari ke depan, 4 hari ke depan, 5 hari ke depan, 6 hari ke depan dan 7 hari kedepan

Perancangan *fuzzy inference system* dimulai dengan proses fuzzyfikasi. Fuzzyfikasi adalah proses pemetaan nilai masukan dan keluaran kedalam bentuk himpunan fuzzy. Pada proses fuzzyfikasi dilakukan pemetaan data masukan berdasarkan fungsi keanggotaan (*membership function*). *Fuzzy logic toolbox* memiliki fitur *membership function editor* yang dapat mengatur dan menampilkan semua fungsi keanggotaan dari variabel masukan dan keluaran. Pada penelitian ini digunakan kurva gausmf karena data bersifat kontinu [8].

E. Validasi Logika Fuzzy

Setelah dilakukan perancangan logika fuzzy maka langkah selanjutnya yaitu validasi logika fuzzy. Validasi logika fuzzy digunakan untuk mengetahui apakah hasil prediksi dengan logika fuzzy untuk memprediksi cuaca maritim bernilai tepat atau tidak tepat sesuai dengan variabel linguistik data aktual. Pengelompokan variabel linguistik tersebut didapatkan



Gambar 2. Software prediksi cuaca maritim offline



Gambar 3. Tampilan prediksi cuaca maritim di android

berdasarkan metode FCM. Validasi logika fuzzy ini menggunakan data bulan februari 2013 yang memuat data suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan angin, ketinggian gelombang dan kecepatan arus laut perjam dan perhari. Prediksi adalah jumlah prediksi benar (prediksibenar) dibandingkan dengan total prediksi (totalprediksi). Berikut merupakan persamaan validasi logika fuzzy.

$$Pr ediksi = \frac{\sum prediksibenar}{Totalprediksi} \tag{8}$$

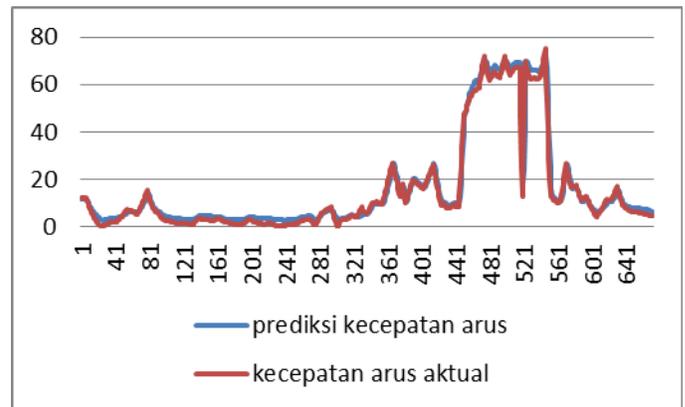
F. Perancangan Software Prediktor Cuaca Maritim

Untuk memprediksi variabel cuaca maritim secara *offline* dan *Online* dirancang perangkat lunak berbasis visual basic 6.0. pada prediksi cuaca *offline* terdapat variabel masukan suhu sekarang, suhu sebelum, tekanan sekarang, kecepatan angin sebelum, kecepatan angin sekarang, arus laut sekarang, arus laut sebelum, tinggi gelombang sekarang, tinggi gelombang sebelum, kelembaban sekarang dan kelembaban udara sebelum.

G. Perancangan Software Cuaca Maritim Berbasis Smartphone Android

Perancangan perangkat lunak prediksi cuaca maritim berbasis android menggunakan *eclipse*. Ada pun tampilan utama prediksi cuaca maritim dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

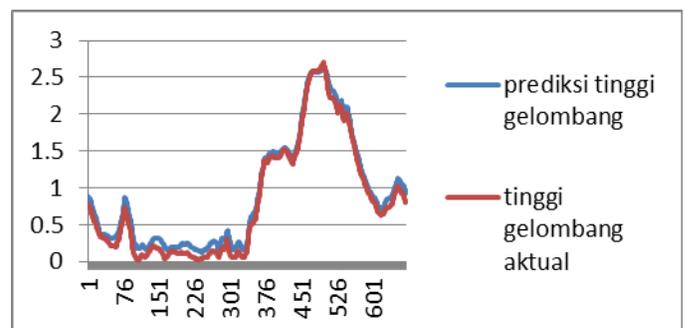
Pada tampilan tersebut, terdapat informasi prediksi cuaca maritim satu jam ke depan, tiga jam ke depan, enam jam ke depan, dua belas jam ke depan dan dua puluh empat jam ke depan. Terdapat juga tampilan prediksi cuaca maritim lebih detail pada masing jam



Gambar 4. Grafik perbandingan hasil prediksi satu jam kedepan ketinggian gelombang dengan data aktual variasi kedua



Gambar 5. Grafik perbandingan hasil prediksi satu hari kedepan ketinggian gelombang dengan data aktual variasi kedua



Gambar 6. Grafik perbandingan hasil prediksi satu jam kedepan kecepatan arus dengan data aktual variasi pertama

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

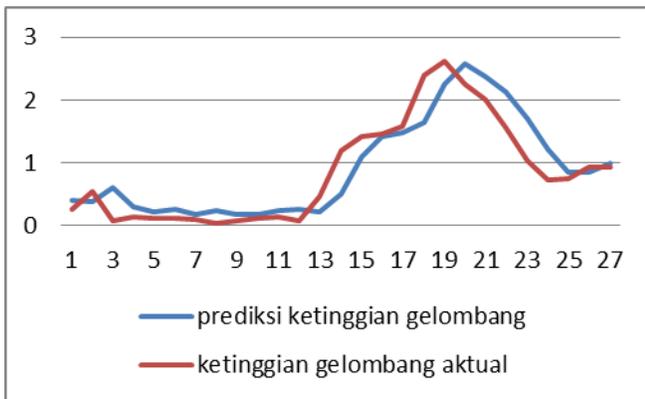
Validasi prediksi cuaca maritim menggunakan data cuaca maritim BMKG bulan februari 2013. Adapun Grafik dan tabel hasil prediksi yaitu

A. Kecepatan Arus Laut

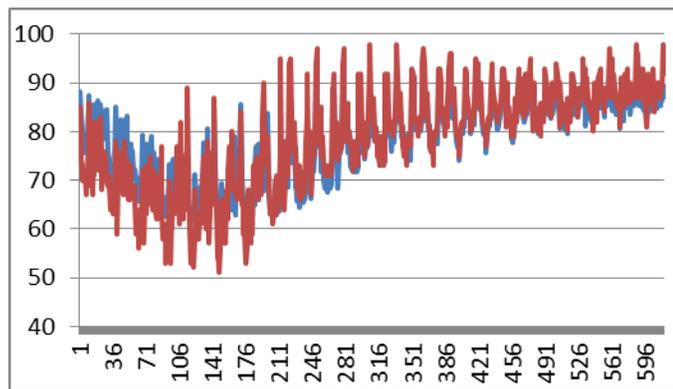
Pada pengujian validasi prediksi kecepatan arus laut, didapatkan tingkat keakurasian tertinggi tertinggi 87% untuk prediksi satu jam ke depan.

B. Tinggi Gelombang Laut

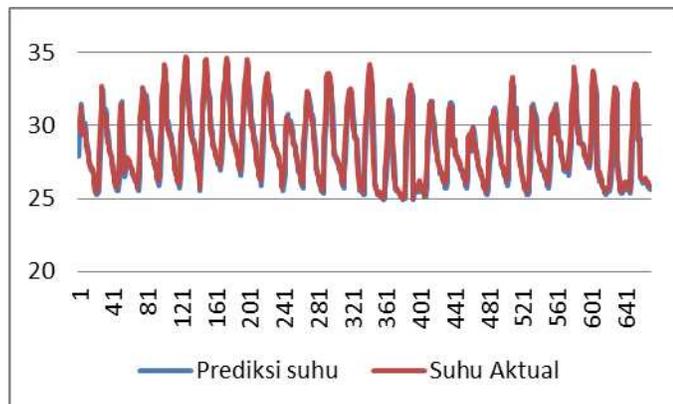
Didapatkan hasil prediksi Tinggi gelombang tertinggi ialah prediksi satu jam ke depan dan menggunakan variasi pertama dengan persentase sebesar 85.7%



Gambar 7. Grafik perbandingan hasil prediksi satu hari kedepan kecepatan arus dengan data aktual variasi kedua



Gambar 8. Grafik perbandingan hasil prediksi satu jam kedepan kelembaban udara dengan data actual



Gambar 9. Grafik perbandingan hasil prediksi satu jam kedepan suhu udara dengan data aktual variasi pertama

C. Kelembaban Udara

Pada pengujian validasi prediksi kelembaban udara, didapatkan tingkat keakurasian tertinggi sebesar 84.5% untuk prediksi satu jam ke depan menggunakan FIS variasi pertama

D. Suhu Udara

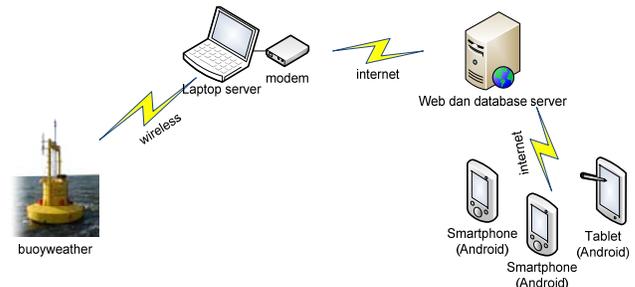
Untuk pengujian Model prediksi Suhu udara didapatkan tingkat keakuratan sebesar 83.6%.

E. Curah Hujan

Dari tabel diatas dapat dilihat prediksi curah hujan memiliki validasi tertinggi pada 24 jam ke depan, yaitu sebesar 95%. Hal tersebut menunjukkan prediksi curah hujan menggunakan

Tabel 1
Validasi prediksi curah hujan 24 jam kedepan variasi pertama

No	Prediksi	Jumlah data validasi	Keberhasilan prediksi	Akurasi
1	Saat ini	672	473	70.38 %
2	t+1	616	501	81.3 %
3	t+3	560	498	88.9 %
4	t+6	476	446	93.7 %
5	t+12	308	279	90.58 %
6	t+24	643	611	95 %



Gambar 10. Sistem prediksi cuaca maritim secara online

Tabel 2.
Prosentase validasi prediksi cuaca maritim menggunakan data buoyweather

Prediksi	Waktu	Data Aktual	Akurasi
Suhu Udara	t+1	52	67 %
	t+3	53	75 %
	t+6	33	96 %
	t+12	16	12.5 %
	t+24	54	70 %
Kelembaban udara	t+1	56	46 %
	t+3	22	50 %
	t+6	25	64 %
Tinggi gelombang	t+12	32	46 %
	t+24	56	51 %
	t+1	27	94.7 %
Arus laut	t+3	29	86 %
	t+6	15	80 %
	t+12	36	91 %
	t+24	27	93.6 %
Curah Hujan	t+1	57	86 %
	t+3	57	82.4 %
	t+6	14	71.4 %
	t+12	25	96 %
Curah Hujan	t+24	56	87.5 %
	t+1	57	79 %
	t+3	35	85 %
Curah Hujan	t+6	15	73 %
	t+12	20	100 %
	t+24	58	96.5 %

metode logika fuzzy memiliki hasil yang baik untuk prediksi jangka panjang.

F. Validasi Pediksi Menggunakan Buoyweather

Pada penelitian ini telah dilakukan uji coba prediktor cuaca secara Online. Pengujian suhu secara Online dilakukan di danau ITS surabaya. Pada pengujian ini, data cuaca didapatkan dari hardware buoyweather. Pada perangkat lunak dan prediksi secara online digunakan FIS prediksi cuaca variasi pertama. Skema prediktor cuaca maritim secara online ditunjukkan pada Gambar 10.

Buoyweather akan mengirimkan data suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan angin melalui wireless menuju laptop server. Data tersebut akan diprediksi



Gambar 11. Aplikasi Info BMKG dan Prediksi Cuaca Maritim

Tabel 3.

Waktu download data aplikasi android		
No	Prediksi Cuaca Maritim (s)	Info BMKG (s)
1	1	5.5
2	1	2
3	1	1.5
Rata-rata 1 s		Rata-rata 3 s

dan dikirimkan menuju *Web* dan *Database Server* melalui internet. *smartphone* android akan menampilkan data hasil prediksi cuaca maritim tersebut. Pada sistem tersebut *smartphone* android dapat mengunduh data prediksi terbaru dari *Web* dan *Database Server* dengan waktu rata-rata 1 sekon menggunakan jaringan 3G.

Pada penelitian ini juga dilakukan validasi real time menggunakan buoyweather. Software prediksi cuaca maritim menggunakan FIS variasi pertama pada prediksi cuaca maritim dan hanya memprediksi selama 24 jam ke depan.

G. Perbandingan Aplikasi Android Prediksi Cuaca Maritim Dengan Aplikasi Sejenis

Pada penelitian ini dirancang aplikasi prediksi cuaca maritim berbasis android gingerbread 2.3.7. Aplikasi ini dapat menampilkan hasil prediksi cuaca maritim selama 24 jam ke depan. pada subbab ini akan dilakukan perbandingan aplikasi prediksi cuaca maritim dengan aplikasi Info BMKG.

Aplikasi Info BMKG menampilkan prakiraan cuaca dan gempa bumi di beberapa wilayah Indonesia. Aplikasi Info BMKG dirancang menggunakan API webview. Aplikasi Info BMKG memiliki waktu startup lebih lama dibandingkan aplikasi prediksi cuaca maritim. Hal ini disebabkan prediksi cuaca maritim men-download data cuaca berbasis JSON (*JavaScript Object Notation*) sedangkan aplikasi Info BMKG mendownload data berbasis Web. Download data berbasis JSON lebih cepat dibanding dengan webview karena JSON menggunakan format data string sedangkan Web menggunakan format gambar dan text. Pada percobaan dapat dilihat aplikasi Prediksi Cuaca Maritim memiliki waktu rata-rata 1 detik untuk menampilkan informasi cuaca maritim.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dilakukan pemodelan logika fuzzy tipe sugeno untuk memprediksi suhu udara, kelembaban udara, tinggi gelombang, kecepatan arus laut dan curah hujan secara

offline dan *online* serta dapat terhubung dengan *smartphone* android

2. Presentasi validasi prediksi cuaca maritim tertinggi pada suhu udara, kelembaban udara, kecepatan arus laut, tinggi gelombang dan curah hujan adalah 83%, 84.5%, 87 %, 85.7% dan 95%
3. Metode logika fuzzy sugeno memiliki performa lebih baik pada prediksi satu jam ke depan
4. Software android Prediski Cuaca Maritim Memiliki waktu rata-rata download data cuaca maritime sebesar 1 detik

Saran bagi penelitian ini selanjutnya adalah dilakukan penelitian mengenai prediksi tekanan udara dan suhu air laut

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, Laboratorium Simulasi dan Komputasi Jurusan Teknik para TA-wan Teknik Fisika ITS yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil demi terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bisnis Indonesia, "PELAYARAN: Pemerintah Ingatkan Waspadai Cuaca Ekstrim," 9 januari 2013. [Online]. Available: <http://www.bisnis.com/articles/pelayaran-pemerintah-ingatkan-waspadai-cuaca-ekstrim>. [Accessed 12 februari 2013].
- [2] Masyarakat Transportasi Indonesia, 1-2-3 Langkah Menempatkan Kembali Keselamatan Menuju Transportasi Yang Bermartabat Volume 2, Jakarta: Masyarakat Transportasi Indonesia, 2007.
- [3] A. Candra, "Tugas Akhir: Perancangan Model Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Untuk Memprediksi Cuaca Maritim," Teknik Fisika ITS, Surabaya, 2010.
- [4] I. B. Asmoro, "Perancangan Perangkat Lunak Prediktor Cuaca Berbasis Logika Fuzzy. Teknik Fisika-FTI-ITS Surabaya," Teknik Fisika ITS, Surabaya, 2011.
- [5] N. H. Wakhid, "Perancangan Sistem Prediktor Cuaca Maritim Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Takagi Sugeno," Teknik Fisika ITS, Surabaya, 2012.
- [6] F. Thor, Guidance and Control of Ocean Vehicles, Chichester University of Trondheim Norway, 1994.
- [7] K. Li, "Fuzzy case-based reasoning:weather prediction," *International Conference On Machine Learning And Cybernetics*, 2002.
- [8] P. Meilanitasari, "Prediksi Cuaca Menggunakan Logika Fuzzy untuk Kelayakan Pelayaran di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya," Teknik Fisika ITS, Surabaya, 2010.