

# IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN) UNTUK SISTEM PERKIRAAN CUACA DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

## (Implementation of Wireless Sensor Network (WSN) for Weather Forecast System using Fuzzy Logic)

<sup>1</sup> Yudha Banni Pramono, <sup>2</sup> Erwin Susanto, ST.,MT.,Ph.D, <sup>3</sup> Budi Setiadi, ST., MT.

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom  
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

<sup>1</sup> bnpramono@gmail.com, <sup>2</sup>erwinelektro@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>budikendali2003@yahoo.com

---

### Abstrak

Cuaca adalah kondisi udara di suatu tempat pada saat yang relatif singkat yang meliputi kondisi suhu, kelembaban, serta tekanan udara sebagai komponen utamanya. Faktor cuaca menjadi hal yang sulit untuk diprediksi. Pada tugas akhir ini akan dirancang jaringan sensor wireless untuk sistem perkiraan cuaca dengan menggunakan logika fuzzy. Parameter utama yang digunakan adalah suhu, kelembaban dan tekanan udara.

Dengan menggunakan WSN, unsur cuaca pada suatu lokasi dapat dipantau secara langsung. Sistem terdiri dari 3 node sensor dan sebuah node sebagai node koordinator. Perangkat node sensor yang terdiri dari mikrokontroler atmega8535, sensor berbasis HP03 dan HH10D dapat dimanfaatkan untuk mengukur ketiga parameter cuaca. Node koordinator menggunakan atmega32 bertugas untuk melakukan pengumpulan dan pengolahan data. Tiap node akan disebar dan dikomunikasikan secara wireless dengan menggunakan RF modul xbee.

Keluaran dari sistem ini telah mampu menampilkan hasil pengukuran berupa suhu (°C), kelembaban (%), dan tekanan udara (mb) secara real time serta mampu memperkirakan kondisi cuaca suatu daerah secara berkala dalam satu hari kedepan. Sistem perkiraan dengan menggunakan logika fuzzy mampu menghasilkan perkiraan cuaca dengan akurasi sebesar 72%..

Kata kunci : perkiraan cuaca, WSN, logika fuzzy, xbee, mikrokontroler

---

### Abstract

Weather is the air condition of a place in a short time, which includes conditions of temperature, humidity, and barometric pressure as its main component. Weather factors become difficult to predict. This final project will design a wireless sensor networks for weather forecast systems using fuzzy logic. The main parameters used are temperature, humidity and barometric pressure.

By using WSN, weather elements at some place can be monitored directly. The system consists of three sensor nodes and a node as a coordinator node. Sensor node consists of a microcontroller ATmega8535, HP03 and HH10D, used to measure the three parameters of the weather. Coordinator node uses atmega32 to collect and process data. Each node will be distributed and communicated wirelessly using RF modules xbee.

The output of this system has been able to show the results of measurements of temperature (°C), humidity (%), and barometric pressure (mb) in real time and to be able to predict the weather conditions of a region on a regular basis in the coming days. Forecasting system using fuzzy logic is able to produce weather forecasts with accuracy of 72%.

Keywords : weather forecast, WSN, fuzzy logic, xbee, microcontroller

---

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Akhir-akhir ini Indonesia sering mengalami perubahan cuaca yang cukup ekstrim. Hal tersebut berpengaruh terhadap sulitnya memprediksi perubahan musim. Hal ini bisa dilihat saat terjadi musim kemarau yang berkepanjangan atau musim hujan yang tak berkesudahan. Hujan bisa datang tiba-tiba walaupun sebelumnya cuaca sangat panas. Akibat cuaca yang tidak menentu tersebut tentu sangat berpengaruh terhadap aktivitas-aktivitas yang sudah direncanakan sebelumnya. Sehingga pemantauan kondisi cuaca pada lingkungan sekitar saat ini menjadi hal yang cukup penting.

Proses pemantauan cuaca yang konvensional menggunakan beberapa perangkat sensor yang terpasang pada suatu modul dan terpasang pada suatu tempat. Proses pengumpulan dari beberapa tempat dilakukan secara

manual dengan datang langsung ke tempat pengambilan data. Selain itu, hasil perkiraan yang ada masih tergantung pada akurasi pembacaan alat dan kecermatan prakirawan.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain dan mengimplementasikan *wireless sensor network* untuk sistem perkiraan cuaca.

## 1.3 Perumusan Masalah

Rumusan-rumusan masalah yang akan diselesaikan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang perangkat node sensor?
2. Bagaimana merancang dan implementasi *Wireless Sensor Network* (WSN) untuk sistem perkiraan cuaca?
3. Bagaimana melakukan pengolahan data parameter cuaca?
4. Bagaimana kinerja sistem WSN yang dibangun sehingga memberikan hasil perkiraan yang tepat?

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, ruang lingkup pembahasan masalah akan dibatasi pada :

1. Jumlah node koordinator hanya 1 dan node sensor sebanyak 3 node.
2. Menggunakan RF modul xbee.
3. Jarak antar node idealnya kurang dari atau sama dengan 100 meter.
4. Sistem hanya menggunakan parameter suhu, kelembaban dan tekanan udara.
5. Perkiraan cuaca bersifat harian, efektif untuk memprediksi disiang hari.
6. Pengujian dilakukan pada bulan Desember 2014 – Februari 2015 di daerah Telkom University.
7. Menggunakan topologi star.
8. Penelitian ini tidak membahas sistem keamanan jaringan dan efisiensi daya pada jaringan.

## 2. DASAR TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori – teori yang digunakan dalam Tugas akhir ini. Teori yang dijelaskan meliputi pengertian cuaca, perkiraan cuaca, metode prediksi harian, definisi *wireless sensor network* (WSN), arsitektur zigbee, karakteristik dan topologi jaringan, perangkat xbee, mikrokontroler, *real time clock* (RTC), rangkaian sensor dan logika fuzzy.

### 2.1 Pengertian Cuaca <sup>[1]</sup>

Cuaca terbentuk dari gabungan unsur yaitu suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, angin dan curah hujan. Kondisi iklim tropis di Indonesia yang memiliki ciri yaitu suhu udara yang tinggi, kelembaban udara tinggi, dan curah hujan yang tinggi.

Cuaca cerah adalah cuaca yang menunjukkan langit dalam kondisi terang, sinar matahari memancar tetapi tidak begitu terasa panas. Cuaca berawan menunjukkan bahwa di langit banyak terdapat awan yang terlihat berjalan karena didorong oleh angin. Awan merupakan kumpulan uap air yang terdapat di udara.

Fenomena hujan terjadi karena adanya proses penguapan air di bumi oleh matahari. Uap air kemudian dibawa oleh angin hingga membentuk gumpalan-gumpalan awan. Ketika terbawa angin, awan-awan akan mengalami kondensasi, partikel-partikel uap air dari awan akan menjadi gumpalan-gumpalan air yang kemudian terjatuh ke bumi dalam bentuk tetesan air.

### 2.2 Perkiraan Cuaca <sup>[2]</sup>

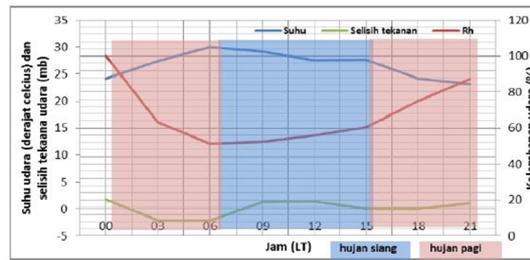
Perkiraan cuaca adalah aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memperkirakan atmosfer suatu tempat dimasa mendatang. Peramalan cuaca dilakukan oleh manusia sejak abad ke-19. Peramalan cuaca dilakukan dengan mengumpulkan data seperti kelembaban udara, temperatur, lama penyinaran dan curah hujan pada suatu wilayah, yang dilakukan oleh satelit, kemudian dilakukan komputasi sehingga dihasilkan sebuah ramalan.

Beberapa tahapan yang diperlukan dalam melakukan peramalan cuaca adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan dan menganalisis data kajian cuaca, seperti kelembaban udara, temperatur, tekanan udara, lama penyinaran dan curah hujan dari BMKG setempat.
2. Mengelompokan data berdasarkan kesamaan.
3. Peramalan cuaca oleh metode yang digunakan.
4. Melakukan perbandingan dan analisis dengan metode lain untuk uji akurasi.

Di antara parameter-parameter data cuaca dan iklim yang dapat diprakirakan, parameter curah hujan merupakan parameter yang paling sukar diprakirakan, karena curah hujan melibatkan berbagai parameter data cuaca lainnya seperti suhu, kecepatan angin, tekanan, kelembaban dan sebagainya.

### 2.3 Metode Prediksi Harian <sup>[4]</sup>



Gambar 2.1 Grafik pola rata-rata suhu udara, kelembapan udara, dan tekanan udara pada saat terjadinya hujan pagi dan siang

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh M. Fadli, 2012, dari hasil analisis menggunakan suhu udara, kelembapan udara dan selisih tekanan udara dengan periode waktu 3 jam-an, diperoleh bahwa secara rata-rata curah hujan siang dapat berpeluang terjadi saat suhu udara cenderung turun pada saat menjelang siang hari yang diikuti dengan kenaikan kelembapan udara dengan selisih tekanan udara yang cukup signifikan dan komponen angin meridional ( $v$ ) yang bergerak dari utara ke selatan.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan input suhu udara pukul 10.00 WIB, kelembapan udara pukul 10.00 WIB dan selisih tekanan udara pukul 10.00 dengan 07.00 WIB untuk prediksi kejadian hujan siang antara pukul 13.00-22.00 WIB.

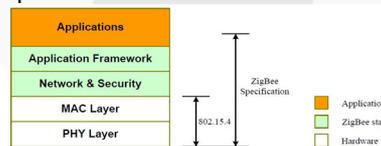
### 2.4 Definisi *Wireless Sensor Network (WSN)* <sup>[5]</sup>

*Wireless sensor network* (Jaringan Sensor Nirkabel) adalah sebuah jaringan nirkabel yang terdiri dari perangkat-perangkat terdistribusi di berbagai tempat terpisah yang menggunakan sensor untuk memantau keadaan fisik atau lingkungan sekitar. Perangkat-perangkat ini disebut node, kemudian dikombinasikan dengan *router* dan *gateway* untuk membentuk sebuah sistem jaringan sensor nirkabel. Data yang diperoleh node sensor kemudian dikirim secara nirkabel ke *central gateway*. Dari *central gateway* data kemudian diolah dan dianalisa sesuai dengan kebutuhan penggunaan. WSN dapat digunakan sebagai sensor sederhana yang dapat memonitoring suatu fenomena.

Node pada jaringan sensor nirkabel terdiri dari beberapa komponen diantaranya sensor, baterai, mikrokontroler, dan sirkuit analog. Dalam sistem berbasis baterai, pengiriman data yang semakin besar dan semakin besarnya frekuensi yang digunakan dapat menimbulkan penggunaan daya yang lebih besar pula. Salah satu protocol yang digunakan pada aplikasi jaringan sensor nirkabel adalah Zigbee. Zigbee merupakan *protocol* dengan standar IEEE 802.15.4 yang memiliki keunggulan dalam penggunaan daya yang kecil.

### 2.5 Definisi Zigbee <sup>[5]</sup>

Zigbee dibagi menjadi beberapa blok yang disebut layer. Blok-blok ini berdasarkan *OSI Layer Model*. Antarmuka tiap layer menghubungkan secara *logic* tiap layer yang bersebelahan. Semua layer merupakan spesifikasi dari zigbee. *Layer network* mengizinkan penambahan jaringan. *Layer* ini mampu menangani jaringan yang luas. *MAC Layer* dan *PHY Layer* merupakan standar dari IEEE 802.15.4 yang kemudian bergabung dengan zigbee untuk membentuk keseluruhan spesifikasi.



Gambar 2.2 Arsitektur Zigbee

### 2.6 Perangkat Xbee <sup>[6]</sup>

Modul *wireless* Xbee atau yang sering disebut dengan modul zigbee merupakan modul *transceiver*. Radio *frequency transceiver* atau pengirim dan penerima frekuensi radio ini berfungsi untuk komunikasi secara *full duplex*. Salah satu modul komunikasi *wireless* dengan frekuensi 2,4 GHz adalah Xbee Series 2. Radio *frequency transceiver* ini merupakan sebuah modul yang terdiri dari RF receiver dan RF transmitter dengan sistem *interface serial UART asynchronous*.



Gambar 2.3 Modul Xbee Series 2

## 2.7 Mikrokontroler

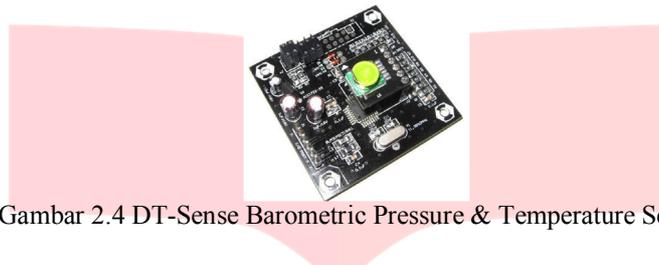
Secara sederhana mikrokontroler merupakan suatu IC yang didalamnya berisi CPU, ROM, RAM dan port I/O yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam kepingan tunggal (*single chip microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

## 2.8 Real Time Clock (RTC)

RTC merupakan suatu IC yang dapat digunakan untuk mendeklarasikan waktu pada suatu peralatan elektronika mulai dari menghitung detik, menit, jam, tanggal, bulan, dan tahun. Dan IC ini dapat bekerja pada daya rendah, sehingga IC ini compatible dengan mikrokontroler.

## 2.9 Rangkaian Sensor

### 2.9.1 DT-Sense Barometric Pressure & Temperature Sensor <sup>[7]</sup>



Gambar 2.4 DT-Sense Barometric Pressure & Temperature Sensor

DT-Sense Barometric Pressure & Temperature Sensor merupakan sebuah modul sensor cerdas berbasis sensor HP03 yang dapat digunakan untuk mendeteksi besarnya tekanan dan temperatur udara di sekitar sensor. Keluaran DT-Sense Barometric Pressure & Temperature Sensor berupa data digital yang sudah terkalibrasi penuh sehingga dapat dipakai langsung tanpa terlalu banyak perhitungan tambahan. Modul sensor ini dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.

### 2.9.2 DT-Sense Humidity Sensor <sup>[8]</sup>



Gambar 2.5 DT-Sense Humidity Sensor

DT-Sense Humidity Sensor merupakan sebuah modul sensor cerdas berbasis sensor HH10D yang dapat digunakan untuk mendeteksi besarnya kelembaban nisbi (Relatif Humidity disingkat RH) di sekitar sensor. Keluaran DT-Sense Humidity Sensor berupa data digital yang sudah terkalibrasi penuh sehingga dapat dipakai langsung tanpa perhitungan tambahan. Modul sensor ini dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.

## 2.10 Logika Fuzzy

Pada dasarnya, teori himpunan fuzzy merupakan perluasan dari teori himpunan klasik. Teori himpunan fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1995. Pada teori himpunan klasik (*crisp*), keberadaan suatu elemen pada himpunan A hanya akan memiliki dua kemungkinan keanggotaan, yaitu menjadi anggota A atau tidak menjadi anggota A.

Suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar tingkat keanggotaan suatu elemen ( $x$ ) dalam suatu himpunan A, sering dikenal dengan nama nilai keanggotaan, dinotasikan dengan  $\mu_A(x)$ . Dalam himpunan klasik, hanya ada dua derajat keanggotaan, yaitu  $\mu_A(x)=0$  dan  $\mu_A(x)=1$ . Sedangkan dalam himpunan fuzzy, fungsi karakteristik  $\mu_A = \mu_A(x)$  dimungkinkan mempunyai derajat keanggotaan keanggotaan antara 0 dan 1.

Dalam sistem logika fuzzy terdapat beberapa tahapan operasional yang meliputi:

### 1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah suatu proses perubahan nilai tegas yang ada ke dalam fungsi keanggotaan.

### 2. Penalaran (*Inference Machine*)

Mesin penalaran adalah proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu model penalaran yang banyak dipakai adalah penalaran *max-min*..

### 3. Aturan Dasar (Rule Based)

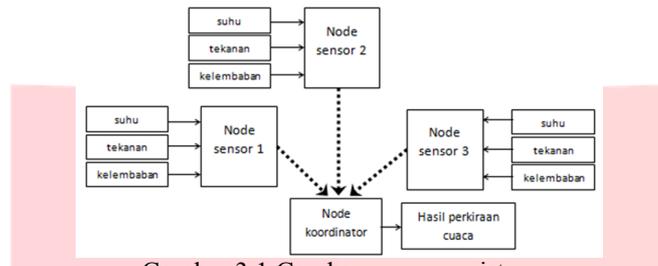
Aturan dasar (*rule based*) pada control logika fuzzy merupakan suatu bentuk aturan relasi “Jika-Maka” atau “*if-then*” seperti berikut ini: “*if x is A then y is B,*” dimana A dan B adalah *linguistic values* yang didefinisikan dalam rentang variabel X dan Y. Pernyataan “*x is A*” disebut *antecedent* atau premis. Pernyataan “*y is B*” disebut *consequent* atau kesimpulan.

### 4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu.

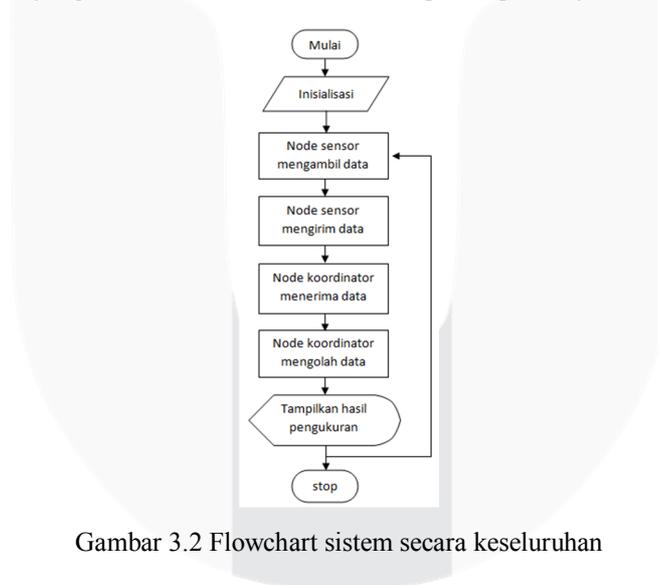
## 3. PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM

### 3.1 Blok Diagram dan Prinsip Kerja Sistem



Gambar 3.1 Gambaran umum sistem

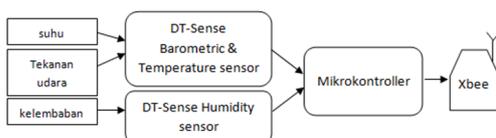
Sistem ini terdiri dari 2 komponen utama, yaitu node sensor berjumlah 3 buah dan node koordinator berjumlah 1. Tiap node akan berkomunikasi secara *wireless* dengan menggunakan modul RF Xbee. Node sensor berfungsi untuk mengambil informasi berupa parameter suhu, kelembaban dan tekanan udara. Informasi-informasi tersebut nantinya akan dikirim ke node koordinator dengan menggunakan modul RF Xbee secara *realtime*. Seluruh informasi yang diterima akan diolah dan ditampilkan pada layar LCD.



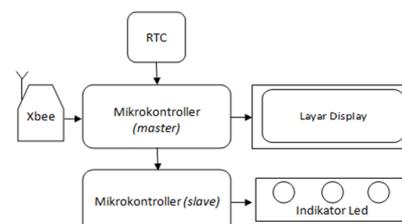
Gambar 3.2 Flowchart sistem secara keseluruhan

### 3.2 Perancangan Hardware

Pada tugas akhir ini dibuat dua jenis perangkat yaitu node sensor yang terdiri dari 3 buah dan sebuah node koordinator. Perancangan perangkat dapat dilihat pada gambar 3.3 dan 3.4.



Gambar 3.3 Blok diagram sensor node



Gambar 3.4 Blok diagram sensor koordinator

### 3.3 Perancangan Logika Fuzzy



Gambar 3.5 Diagram sistem fuzzy

Pada prediksi hujan ini digunakan tiga variabel masukan yaitu variabel suhu, tekanan udara dan kelembaban. Pembagian kelompok untuk variabel suhu dibagi menjadi tiga *cluster*, yaitu *cluster* dingin, normal dan panas. Untuk variabel tekanan udara dibagi menjadi lima *cluster* yaitu *cluster* sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Untuk variabel tekanan udara yang digunakan adalah selisih tekanan udara pada saat pukul 10.00 dengan pukul 07.00. Variabel masukan kelembaban dibagi menjadi dua *cluster* yaitu *cluster* kering dan basah.

Data yang telah dikelompokkan berdasarkan *fuzzy clustering* kemudian dibuat aturan yang disebut aturan jika maka (*if – then*). Aturan ini digunakan untuk dijadikan sebagai patokan untuk kondisi variabel masukan tertentu maka akan didapatkan variabel keluaran yang nilainya tertentu pula. Penyusunan aturan sangat berpengaruh pada presisi model, pada tahap pengambilan keputusan ditentukan berdasarkan rancangan *rule base*. Pada model perancangan prediksi hujan terdapat 30rules seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel *fuzzy rules*

No	IF			THEN
	Selisih tekanan (mb)	Suhu (C)	Kelembaban (%RH)	Hasil
1	sangat rendah	dingin	Kering	Cerah
2			Basah	Cerah
3		normal	Kering	Cerah
4			Basah	Berawan
5		panas	Kering	Cerah
6			Basah	Cerah
7	Rendah	Dingin	Kering	Cerah
8			Basah	Hujan
9		Normal	Kering	Hujan
10			Basah	Hujan
11		Panas	Kering	Hujan
12			Basah	Hujan
13	Sedang	Dingin	Kering	Berawan
14			Basah	Hujan
15		Normal	Kering	Hujan
16			Basah	Hujan
17		panas	Kering	Berawan
18			Basah	Berawan
19	Tinggi	dingin	Kering	Berawan
20			Basah	Berawan
21		normal	Kering	Hujan
22			Basah	Hujan
23		panas	Kering	Hujan
24			Basah	Hujan
25	sangat tinggi	dingin	Kering	Hujan
26			Basah	Hujan
27		normal	Kering	Hujan
28			Basah	Hujan
29		panas	Kering	Hujan
30			Basah	Hujan

## 4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

### 4.1 Pengujian Komunikasi *Wireless*

Pengujian jarak komunikasi dilakukan dengan mengirimkan data dan ditampilkan pada terminal XCTU dan layar LCD node koordinator. Node sensor sebagai pengirim ditempatkan di dua titik yang berbeda yang berjarak 110m. Node koordinator sebagai penerima berpindah posisi sejauh 10m setiap satu menit dari posisi

sensor yang pertama menuju sensor yang kedua. Pengujian dilakukan pada ruang terbuka, berikut data yang didapat pada saat pengukuran.

Tabel 4.1 Pengujian jarak pengiriman data

No.	Jarak dari sensor A	Data sensor A	Jarak dari sensor B	Data sensor B
1.	10m	Terkirim	100m	Gagal
2.	20m	Terkirim	90m	Gagal
3.	30m	Terkirim	80m	Gagal
4.	40m	Terkirim	70m	Terkirim
5.	50m	Terkirim	60m	Terkirim
6.	60m	Terkirim	50m	Terkirim
7.	70m	Terkirim	40m	Terkirim
8.	80m	Gagal	30m	Terkirim
9.	90m	Gagal	20m	Terkirim
10.	100m	Gagal	10m	Terkirim

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak komunikasi antar xbee dapat bekerja secara efektif pada pada jarak 60-70 m.

#### 4.2 Pengujian Logika Fuzzy

Pengujian logika fuzzy dilakukan dengan menggunakan data uji berupa suhu, tekanan dan kelembaban yang telah diambil selama periode bulan Desember 2014 – Januari 2015. Pengujian memanfaatkan komunikasi *wireless* antara laptop dengan node koordinator. Data cuaca dikirim melalui terminal X-CTU. Data yang terkirim akan langsung diterima dan ditampilkan pada LCD node koordinator. Berikut adalah hasil pengujian logika fuzzy.

Tabel 4.2 Logika fuzzy untuk sistem perkiraan cuaca

tanggal	°C	% RH	Mb	hasil pengamatan	Hasil logika fuzzy
06-12-14	29,9	59,1	2,4	hujan sedang	hujan
07-12-14	24,8	85,6	0,9	berawan	hujan
08-12-14	26,1	64,1	5,5	gerimis	hujan
09-12-14	25,7	72,5	1,1	berawan	berawan
10-12-14	26,6	69,4	1,6	hujan ringan	hujan
11-12-14	26,3	68,2	0,9	hujan sedang	hujan
12-12-14	25,9	75,7	0,4	hujan ringan	berawan
13-12-14	25	77,4	-0,1	cerah	cerah
14-12-14	28,8	67	1,4	berawan	berawan
15-12-14	27,2	68,6	4,1	hujan ringan	hujan
16-12-14	27,9	70,3	1,5	hujan	hujan
17-12-14	26,2	81,9	2,4	hujan ringan	hujan
18-12-14	26,1	76,5	0	hujan	berawan
19-12-14	25,5	75,8	1	hujan	hujan
20-12-14	25,7	74,6	6,8	hujan	hujan
21-12-14	28,8	63,3	4,9	hujan	hujan
22-12-14	29	67,9	4,8	hujan	hujan
23-12-14	25,3	86	0,4	hujan ringan	berawan
24-12-14	24,9	82,9	0,8	hujan ringan	hujan
25-12-14	28,8	67	3,8	hujan ringan	hujan
26-12-14	28,8	68,2	3,8	hujan ringan	hujan
27-12-14	25,6	79,9	1,5	hujan ringan	hujan
28-12-14	25,2	77,7	0,8	hujan ringan	hujan
29-12-14	25	79,9	1,9	berawan	berawan
30-12-14	25,4	77,7	2,1	berawan	berawan
31-12-14	27,1	69,4	1,2	hujan	hujan
01-01-15	27,7	72,7	3	hujan	hujan
02-01-15	26,3	72	2,7	hujan	hujan
03-01-15	29,2	62,6	3,1	hujan	hujan
04-01-15	25,2	77,7	2,3	hujan	berawan
05-01-15	28,2	67,2	1,5	berawan	berawan

06-01-15	29,5	55,8	4,5	hujan	hujan
07-01-15	28,7	63	3,8	gerimis	hujan
08-01-15	29,2	59,1	2,1	cerah	hujan
09-01-15	29,7	50,4	3,6	cerah	hujan
10-01-15	27,3	56,8	2,5	cerah	hujan
11-01-15	29,8	53,5	3,9	cerah	hujan
13-01-15	25,9	75,3	0,9	hujan	berawan
17-01-15	26,5	69,8	1,6	berawan	hujan
18-01-15	24,9	76,1	0,9	berawan	hujan
19-01-15	24,8	77,4	-0,4	cerah	cerah
20-01-15	27,2	69,1	2,5	hujan	hujan
21-01-15	25,5	74	1,6	hujan	hujan
22-01-15	25,3	77,8	1,2	hujan	hujan
23-01-15	25,1	76,6	1	mendung	berawan
24-01-15	27,1	72,7	1,5	hujan	hujan
26-01-15	27	73,2	2,5	mendung	hujan
28-01-15	28,2	65,7	3,1	hujan	hujan
29-01-15	27,5	69,6	1,9	hujan	hujan
30-01-15	27,8	72,3	1,6	hujan	berawan

Dari 50 kali pengujian 36 hari menghasilkan perkiraan yang tepat. Sistem perkiraan cuaca dengan logika fuzzy menghasilkan akurasi sebesar 72%.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada implementasi *wireless* sensor network untuk sistem perkiraan cuaca dengan menggunakan logika fuzzy dapat diambil kesimpulan sabagai berikut.

1. Tugas akhir ini berhasil membuat sistem yang mampu melakukan monitoring keadaan cuaca secara real time.
2. Komunikasi *wireless* menggunakan modul RF Xbee berjalan dengan lancar pada jarak sekitar 70m.
3. Node koordinator telah mampu menampilkan informasi cuaca secara lengkap.
4. Logika fuzzy dapat dimanfaatkan untuk sistem perkiraan cuaca dengan rata-rata akurasi sebesar 72%.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk perkembangan penelitian Tugas Akhir selanjutnya guna memperbaiki kekurangan yang ada pada sistem ini serta meningkatkan performansi sistem yang dirancang, yaitu :

1. Dibuat catu daya yang memadai agar sistem dapat bekerja dengan lebih efektif.
2. Ditambahkan parameter-parameter lain terkait monitoring cuaca.
3. Untuk perkiraan cuaca dapat digunakan metode lain yang lebih sesuai.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Retnawati. 2013. *Estimasi Keadaan Cuaca di Kota Pontianak Menggunakan Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Algoritma Hopfield*. UNTAN.
- [2] Septiana, Aditya. 2009. *Peramalan Cuaca dengan Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ), Genetic Algorithm (GA), dan Self Organizing Map (SOM)*. IT Telkom.
- [3] Sutikno dkk. 2010. "Prakiraan Cuaca dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average, Neural Network, dan Adaptive Splines Threshold Autoregression di Stasiun Juanda Surabaya". *Jurnal Sains Dirgantara Vol.8 No.1 Desember 2010*.
- [4] Fadli, Muhammad. 2012. "Prediksi (Nowcasting) Curah Hujan Pagi dan Siang Hari di Wilayah Jakarta dengan Model ANFIS". *Megasains Vol. 3 No 2-Agustus 2012*.
- [5] Ilustrasi Skenario Penggunaan WSN [online], (<http://vempuzka.wordpress.com/category/technology/wireless-sensor-network/>), diakses tanggal 8 Desember 2014, waktu akses 19.30).
- [6] Firdaus. 2014. *Wireless Sensor Network Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [7] Innovative Electronic. Manual DT-Sense Barometric Pressure & Temperature Sensor.
- [8] Innovative Electronic. Manual DT-Sense Humidity Sensor
- [9] Endah, Nur. 2011. *Prediksi Cuaca Berbasis Logika Fuzzy untuk Rekomendasi Penerbangan di Bandar Udara Raja Haji Fisabilillah*. Universitas Gunadarma.