

Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro dan Komputer

AMPLIFIER

Vol. 4 No. 2, November 2014

ISSN: 2089-2020

Identifikasi Lokasi Dengan Metode FIS Berbasis Arduino GPRS Shield

Edi Sukriansyah, Nasaruddin, Khairul Munadi

Kestabilan Transient Sistem Tenaga Listrik Wilayah Bengkulu Dengan Aplikasi Pembangkit Tersebar Berbasis Pembangkit Fotovoltaik dan Mikrohidro

Pujo Santoso, Afriyastuti Herawati

Monitoring Prototipe Penyortir Barang Menggunakan Proficy HMI/SCADA IFIX 5.0

Hermawati, Septian Wibowo, Caroline, Ike Bayusari

Penerapan Perangkat Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Arduino dan Internet

Wahri Sunanda, Irwan Dinata

Sistem Kendali Suhu, Kelembaban Dan Intensitas Cahaya Pada Rumah Kaca

Yopi Sukita Defriyadi, Alex Surapati, Indra Agustian

Optimasi Pemanfaatan Solar Cell Jenis Monocrystal 10WP Untuk Lampu Penerangan di Area Pantai Jakat Kota Bengkulu

Anizar Indriani, Dali Mirza, Imanda Priyadi



Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro dan Komputer
AMPLIFIER

Volume 4 Nomor 2 Tahun IV, November 2014

- Identifikasi Lokasi Dengan Metode FIS Berbasis Arduino GPRS Shield** 1 – 7
Edi Sukriansyah, Nasaruddin, Khairul Munadi
- Kestabilan Transient Sistem Tenaga Listrik Wilayah Bengkulu Dengan Aplikasi Pembangkit Tersebar Berbasis Pembangkit Fotovoltaik dan Mikrohidro** 8 – 13
Pujo Santoso, Afriyastuti Herawati
- Monitoring Prototipe Penyortir Barang Menggunakan Proficy HMI/SCADA IFIX 5.0** 14 – 20
Hermawati, Septian Wibowo, Caroline, Ike Bayusari
- Penerapan Perangkat Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasisarduino Dan Internet** 21 – 23
Wahri Sunanda, Irwan Dinata
- Sistem Kendali Suhu, Kelembaban Dan Intensitas Cahaya Pada Rumah Kaca** 24 – 29
Yopi Sukita Defriyadi, Alex Surapati, Indra Agustian
- Optimasi Pemanfaatan Solar Cell Jenis Monocrystal 10WP Untuk Lampu Penerangan di Area Pantai Jakat Kota Bengkulu** 30 – 38
Anizar Indriani, Dali Mirza, Irnanda Priyadi

Identifikasi Lokasi Dengan Metode FIS Berbasis Arduino GPRS Shield

Edi Sukriansyah^{1*}, Nasaruddin¹, Khairul Munadi¹

¹Magister Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala, *Email: edisukriansyah@gmail.com

ABSTRACT

Nowadays, the development of technology and mobile applications are growing rapidly, especially for location-based services in which almost all smartphones and modern vehicles are already equipped with GPS to acquire location information that will be used for a variety of location-based services. However, in acquiring location information, GPS systems have shortcomings in terms of the old satellite connection when the device starts up. However, GPS receivers cannot receive signals properly when in a room or at the time on hills and metropolitan areas. To overcome these problems, this study proposes an alternative approach to acquire the location information by using the parameters received signal strength Indicator (RSSI) of the GSM network. Then, this study develops a prototype using the GPRS Shield for Arduino and applied the method of Fuzzy Inference System Weight Centroid. The proposed prototype is evaluated in terms of the speed and accuracy. The result shows that the proposed prototype has a good reliability and accuracy compared to the other positioning methods in the identification of the location system. Finally, this research will be an alternative for a location identification system to be used for mobile tracking Automatic Vehicle Location system (VHL) quickly and accurately by using the GSM signal.

Keywords: Identification of the location, Arduino, the GPRS shield, weighted centroid FIS, RSSI

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi *mobile* dalam beberapa tahun terakhir sudah berkembang sangat pesat. Hal ini mendorong munculnya aplikasi layanan berbasis lokasi. Layanan informasi lokasi merupakan layanan yang disediakan perangkat *mobile* untuk mengetahui lokasi secara geografis dan pemantauan posisi secara langsung [1]. Penerapan layanan informasi lokasi berbasis *mobile* akan terus berkembang dimasa mendatang, dimana saat ini hampir semua kendaraan moderen dan *smartphone* telah tersedia dengan perangkat *Global Positioning System* (GPS). Disamping itu, banyak lagi kebutuhan

layanan yang bisa memanfaatkan aplikasi ini diantaranya kebutuhan layanan bisnis komersial, layanan pelacakan aset atau data-data posisi spasial orang lain, dan layanan *emergency*. GPS dapat memberikan informasi lokasi berupa titik koordinat dari suatu lokasi dengan memanfaatkan sinyal dari satelit.

Teknologi deteksi posisi dan lokasi yang umumnya digunakan adalah GPS. Teknologi GPS pada *smartphone* telah mendorong berbagai operator selular untuk menyediakan layanan berbasis lokasi atau *location-based service* (LBS) melalui *base station* (BS). Namun demikian, *platform* lokalisasi dan data lokasi yang dapat diberikan oleh BS masih perlu dikembangkan lebih lanjut. Pada lokasi-lokasi tertentu perangkat GPS dapat memberikan informasi lokasi yang akurat. Kondisi ini bertolak belakang jika perangkat GPS digunakan didalam ruangan (*indoor*). Secara umum penggunaan perangkat GPS pada *smartphone* memiliki beberapa kelemahan yang mempengaruhi tingkat keakurasian, diantaranya penggunaan energi yang cukup besar, *delay* waktu yang lama pada saat memperoleh sinyal satelit dan tidak dapat mengidentifikasi lokasi apabila *mobile device* berada pada ruangan tertutup [2].

Penelitian ini mengusulkan proses rancang bangun *prototipe* arduino GPRS Shield dengan metode *fuzzy inference system* (FIS) untuk sistem identifikasi lokasi. Mikrokontroler arduino duemilanove yang terintegrasi dengan GPRS Shield memberikan petunjuk informasi lokasi berdasarkan nilai perolehan RSSI dari masing-masing *base station* (BS) terdekat. Ada beberapa teknik *positioning* yang telah dipelajari dan diperkenalkan pada [3]. Namun demikian, penelitian ini menggunakan metode *Weight Centroid FIS* yang dapat mendeteksi lokasi berdasarkan parameter RSSI yang tersedia pada perangkat *mobile*. Sistem identifikasi lokasi arduino GPRS shield memanfaatkan eksekusi *at command* untuk mendapatkan informasi *cell* yang diterima oleh *prototipe* arduino GPRS Shield pada masing-masing BS yang terdekat. Parameter yang paling penting untuk melakukan metode *weighted centroid* adalah level daya yang diterima (RxLev). Dengan diketahui berapa level daya yang diterima oleh masing-masing BS maka dapat dihitung koordinat posisi *prototipe* arduino GPRS Shield.

2. KERANGKA TEORITIS

A. Logika Fuzzy

Logika fuzzy diperkenalkan pada 1960-an yang mempelajari tentang ketidakjelasan suatu hal, seperti persepsi manusia dalam pengambilan keputusan. Penerapan logika fuzzy dalam pemanfaatan dunia nyata diwakili dalam sistem inferensi fuzzy berbasis pengetahuan. Logika Fuzzy mengizinkan nilai tengah untuk evaluasi logika konvensional seperti Ya atau Tidak, Tinggi atau Rendah, Benar atau Salah. Oleh karena itu logika fuzzy disebut juga dengan *multivalued logic* [4].

Teori *fuzzy set* dapat merepresentasikan dan mengatasi masalah ketidakpastian yang dalam hal ini bisa berarti keraguan, ketidaktepatan, kurang lengkapnya suatu informasi, dan kebenaran yang bersifat sebagian [5]. Dewasa ini, seringkali kita menghadapi suatu masalah yang informasinya sangat sulit untuk diterjemahkan ke dalam suatu rumus atau angka yang tepat karena informasi tersebut bersifat kualitatif contohnya menyatakan suatu tinggi seseorang, kondisi suhu, jauh ataupun dekat. Pada Gambar 1 diperlihatkan diagram blok *fuzzy inference system*.

Metode Mamdani

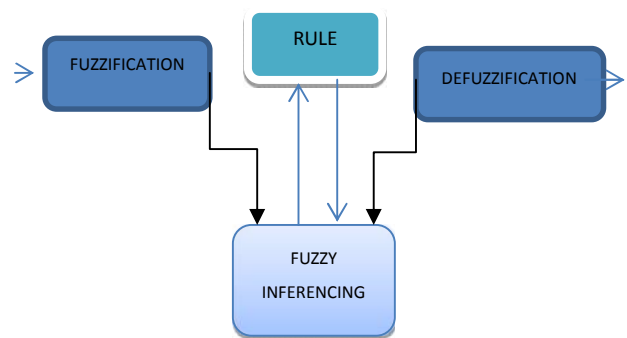
Metode mamdani menggunakan setiap aturan yang berbentuk implikasi (“sebab-akibat”) dan konjungsi (AND) mempunyai nilai keanggotaan berbentuk minimum (min), sedangkan konsekuensi gabungannya berbentuk maksimum (max), karena himpunan aturan-aturannya bersifat independen (tidak saling bergantung). Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan keluaran yang diinginkan, diperlukan empat tahapan [7] :

1. Pembentukan himpunan fuzzy. Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan *variable fuzzy* dan himpunan fuzzinya. Kemudian menentukan derajat kesepadanan (*degree of match*) antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan fuzzy. Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah *min*. Lakukan implikasi fuzzy berdasar pada kuat penyulutan dan himpunan fuzzy terdefinisi untuk setiap variabel keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran inferensi fuzzy.

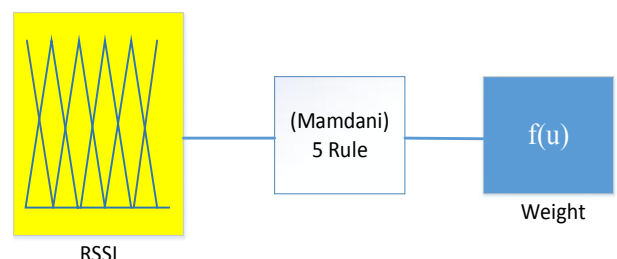
3. Komposisi Aturan. Tidak seperti penalaran tetap, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: *max*, *additive* dan probabilistik OR.
4. Penegasan (defuzzy). *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.

Input membership function pada metode mamdani adalah RSSI yang berasal dari BTS terdekat. Secara umum diagram blok yang menunjukkan fuzzy inference system dengan menggunakan matlab seperti pada gambar 2. Nilai RSSI diuraikan kedalam 5 segitiga *membership function* yaitu: very low (VL), low (L), *medium* (M), *high* (H), *very high* (VH) [12]. *Membership function* yang digunakan terdapat pada gambar 3.

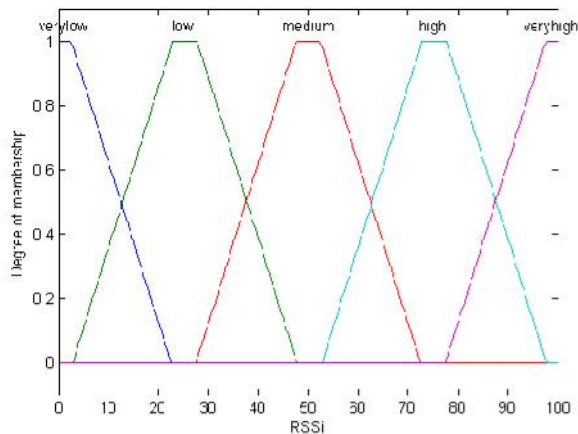
Rule pada metode mamdani memperhitungkan RSSI yang diterima oleh MS dari masing-masing BTS terdekat. Jika MS menerima RSS yang besar maka MS diasumsikan dekat dengan BTS. Begitu pula sebaliknya, jika MS yang terhubung dengan BTS menerima RSSI yang kecil maka menunjukkan bahwa MS jauh dari BTS [8]. Tabel 1 menunjukkan *rule* yang digunakan pada *fuzzy logic*.



Gambar 1. Fuzzy Inference Systems [6]



Gambar 2. Mamdani FIS



Gambar 3. Input membership function [8]

TABEL 1
RULE PADA FUZZY LOGIC

Rules	IF RSSI	THEN Weight
Rule 1	VL	VL
Rule 2	L	L
Rule 3	M	M
Rule 4	H	H
Rule 5	VH	VH

B. Model Algoritma Centroid

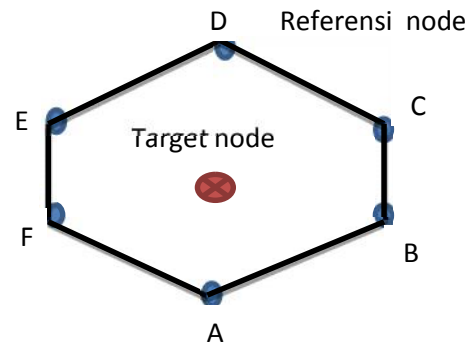
Algoritma *centroid* merupakan salah satu algoritma lokalisasi *range-free* [9]. Algoritma ini menggunakan koordinat BTS (*nodes* referensi) untuk memperkirakan *node* terdekat yang tidak diketahui posisinya. *Node-node* referensi akan membentuk sebuah polygon seperti gambar 4.

Pada gambar 4 terdapat 6 *node* yang dinyatakan sebagai : A(x_a, y_a), B(x_b, y_b), C(x_c, y_c), D(x_d, y_d), E(x_e, y_e), F(x_f, y_f), maka koordinat *node* yang tidak diketahui dapat dihitung sebagai berikut [7] :

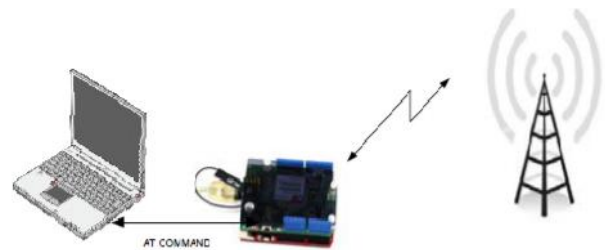
$$x = \frac{x_a+x_b+x_c+x_d+x_e+x_f}{6} \tag{1}$$

$$y = \frac{y_a+y_b+y_c+y_d+y_e+y_f}{6} \tag{2}$$

Oleh karena itu, *node* yang menjadi pusat (*centroid*) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dan (2). Metode ini sangat sederhana dan cepat untuk menentukan koordinat secara *centroid*, namun butuh banyak *node* untuk meningkatkan akurasi [9]. Selanjutnya Kim dan Kwon [10] mengusulkan perbaikan metode *centroid* dengan menghitung bobot (*weighted*) dari *node-node* yang berdekatan dari posisi MS.



Gambar 4. Skema algoritma *centroid* lokalisasi



Gambar 5. Komunikasi dengan *At Command*

Koordinat MS dapat diestimasi berdasarkan persamaan (3).

$$X_{est}, Y_{est} = \left(\frac{w_1 \cdot X_1 + \dots + w_n \cdot X_n}{\sum_{i=1}^N w_i}, \frac{w_1 \cdot Y_1 + \dots + w_n \cdot Y_n}{\sum_{i=1}^N w_i} \right) \tag{3}$$

Error lokasi merupakan jarak antara koordinat hasil pengujian dengan koordinat pengukuran. Perhitungan jarak antara kedua koordinat ini menggunakan rumus Haversine:

$$a = \sin^2 \left(\frac{\Delta\phi}{2} \right) + \cos(\phi_1) \cdot \cos(\phi_2) \cdot \sin^2 \left(\frac{\Delta\lambda}{2} \right)$$

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R \cdot c$$

Dengan ϕ adalah latitude (radians)

λ adalah longitude (radians)

R adalah jari-jari rata-rata bumi= 6,371 km

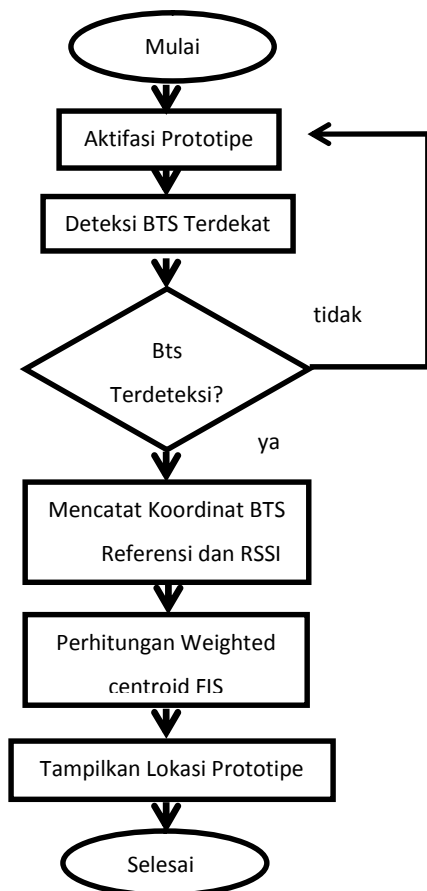
C. Arduino dan GPRS Shield

Arduino adalah mikrokontroler yang serba bisa dan sangat mudah penggunaannya. *Shield* merupakan papan yang bisa ditumpuk-tumpukkan (*stackable*) diatas Arduino untuk menambah fungsionalitasnya, misalnya untuk menambah sensor yang dapat membaca suhu ruangan, untuk menambah motor servo yang menggerakkan robot, atau untuk menambahkan radio yang berkomunikasi dengan protokol XBee. GPRS

Shield merupakan *shield* yang dirancang untuk dapat bekerja pada jaringan GPRS layaknya sebuah ponsel. Pada penelitian ini, GPRS Shield yang dipergunakan memakai *chipset* sim900 sebagai modul GSM dan perangkat lunaknya menggunakan bahasa C [11]. Untuk berkomunikasi dan mengendalikan shield ini digunakan AT Command. Gambar 5 menunjukkan konfigurasi sistem *hardware* arduino GPRS Shield v2.0 yang berkomunikasi melalui *AT Command*.

3. METODE RISET

Prototipe arduino GPRS shield memanfaatkan kuat sinyal GSM dari masing-masing BS terdekat untuk identifikasi lokasi. Namun demikian, pada awalnya *prototipe* arduino belum mampu memperoleh parameter kuat sinyal melalui *command* yang telah tersedia pada perangkat tersebut. Oleh sebab itu, maka perlu dilakukan *upgrade firmware* pada perangkat tersebut. *Upgrade* ini diperlukan agar pemanggilan *at command* untuk *at+ceng* bisa beroperasi seperti yang diharapkan. Informasi level sinyal yang didapat kemudian difungsikan kedalam metode lokalisasi. Adapun proses penelitian yang dilakukan seperti gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir sistem identifikasi lokasi

Dalam melakukan penelitian mengenai identifikasi lokasi diperlukan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut:

1. Perangkat Keras
 - Arduino duemilanove
 - Arduino GPRS Shield
 - Kabel data
2. Perangkat Lunak
 - SSSCom32E
 - Arduino-1.0.4
 - Sim900 Customer Flash Loader

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi dan Estimasi Lokalisasi dengan Metode Centroid

Implementasi estimasi lokasi berbasis metode centroid dilakukan pada lingkungan *outdoor* dan *indoor*. Masing-masingnya dilakukan 5 percobaan. Pengujian estimasi lokasi dengan metode centroid adalah mencari nilai rata-rata dari koordinat BTS terdekat yang diterima oleh prototipe arduino. Data pengukuran RSSI untuk *outdoor* seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. Sedangkan data pengukuran RSSI untuk *indoor* seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

TABEL 2
PENGUKURAN RSSI DI *OUTDOOR*

Eksperimen	Kuat Sinyal (RSSI) (dBm)			Koordinat	
	RSSI 1	RSSI 2	RSSI 3	Lintang	Bujur
	1	-82	-78	-89	5.551698
2	-83	-79	-89	5.551661	95.307136
3	-88	-86	-90	5.551439	95.307135
4	-77	-72	-78	5.551553	95.307146
5	-80	-77	-83	5.551529	95.307137

TABEL 3
PENGUKURAN RSSI DI *INDOOR*

Eksperimen	Kuat Sinyal (RSSI) (dBm)			Koordinat	
	RSSI 1	RSSI 2	RSSI 3	Lintang	Bujur
	1	-86	-76	-89	5.551791
2	-87	-79	-90	5.551261	95.307150
3	-88	-77	-85	5.551624	95.307166
4	-80	-88	-106	5.551829	95.307083
5	-79	-77	-88	5.551673	95.307128

TABEL 4
ERROR LOKASI DENGAN METODE CENTROID OUTDOOR

No	Koordinat Sebenarnya		Koordinat Pengujian		Error Lokasi
	lintang	bujur	lintang	Bujur	
1	5.549781	95.307261	5.551698	95.30713	213 m
2	5.549734	95.307287	5.551661	95.30713	215 m
3	5.550026	95.306910	5.551439	95.30713	159 m
4	5.550364	95.306944	5.551553	95.30714	134 m
5	5.550273	95.307071	5.551529	95.30713	139 m

TABEL 5
ERROR LOKASI DENGAN METODE CENTROID INDOOR

No	Koordinat Sebenarnya		Koordinat Pengujian		Error Lokasi
	lintang	bujur	lintang	bujur	
1	5.548484	95.306978	5.55179	95.30715	363 m
2	5.548811	95.307003	5.55126	95.30715	273 m
3	5.549729	95.306930	5.55162	95.30716	212 m
4	5.550209	95.307497	5.55182	95.30708	185 m
5	5.549344	95.307318	5.55167	95.30712	259 m

Nilai rata-rata RSSI dihitung dengan persamaan (1) dan (2), kemudian dilakukan estimasi lokasi dengan menggunakan persamaan (3). Selanjutnya dilakukan perhitungan *error* lokasi dengan persamaan (4) sehingga didapat hasil *error* lokasi *outdoor* pada tabel 4. Data hasil perhitungan *error* lokasi untuk lokasi *indoor* seperti tabel 5.

Selisih koordinat hasil pengujian dengan koordinat sebenarnya masih menunjukkan *error* lokasi yang besar, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan metode centroid untuk lokalisasi dengan menggunakan prototipe arduino masih belum akurat.

B. Implementasi dan Estimasi Lokalisasi dengan Metode Weighted Centroid FIS

Perhitungan bobot dapat dilakukan dengan menggunakan fuzzy inference system dengan RSSI sebagai *input* dan *weighted* (bobot) sebagai *output*. Adapun algoritma yang digunakan untuk mendapatkan bobot sebagai tabel 6.

Penelitian ini mengusulkan suatu algoritma untuk menghitung bobot yang sesuai dengan metode *weighted centroid* FIS.

Algoritma juga digunakan untuk optimalisasi bobot dengan *input* RSSI.

TABEL 6.
ALGORITMA WEIGHTED CENTROID FUZZY INFERENCE SYSTEM

Langkah 1	: Menentukan jumlah masukan RSSI
Langkah 2	: Mengatur range RSSI
Langkah 3	: Menentukan jenis FIS mamdani
Langkah 4	: Menentukan jumlah keluaran bobot (weighted)
Langkah 5	: Menentukan metode defuzzifikasi centroid
Langkah 6	: Pengaturan 3 jenis rule IF RSSI jauh THEN jauh IF RSSI dekat THEN dekat IF RSSI sangat dekat THEN sangat dekat
Langkah 7	: Mengatur membership function RSSI MF1='jauh', : 'trapmf' MF2='dekat', : 'trimmf' MF3='sangat dekat', : 'trapmf'
Langkah 8	: Mengatur membership function weighted MF1='jauh', : 'trimmf' MF2='dekat', : 'trimmf' MF3='sangat dekat', : 'trimmf'
Langkah 9	: FOR Masukkan RSSI 1 sampai RSSI 3 Hitung keluaran weighted masing-masing RSSI END FOR Selesai

Bobot dari masing-masing kuat sinyal base station dihitung dengan menggunakan *fuzzy inference system* dengan *input* n fungsi *membership function trapezoid dan triangular*. Model fuzzy mengikuti *rule-rule* sebagai berikut :

Rule 1 : IF x is A^i THEN y is B^i

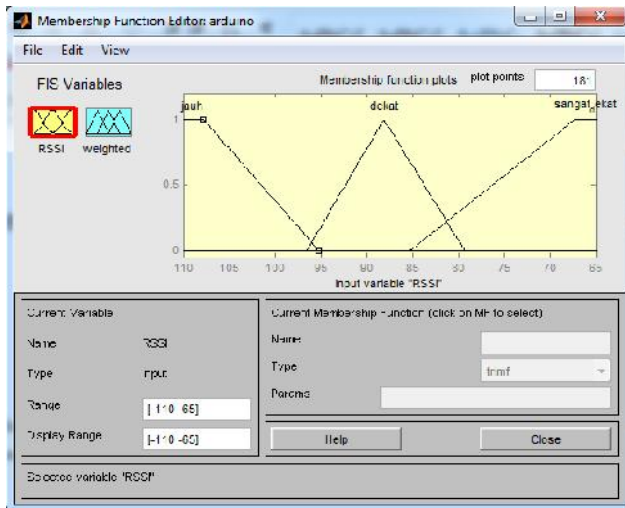
Variabel *input* x adalah informasi RSSI dari *base station* yang memiliki nilai dalam interval $[0, \text{RSSI}_{\max}]$, dimana RSSI_{\max} merupakan nilai maksimum dari RSSI. Variabel keluaran y adalah bobot dari masing-masing base station dengan interval nilai $[0, W_{\max}]$, dimana W_{\max} merupakan nilai bobot maksimum.

Model FIS membutuhkan *rules IF-THEN* yang mengikuti prinsip dasar bahwa jika prototipe memiliki RSSI yang besar maka dapat diasumsikan jarak antara BS dan *prototipe* dekat. Begitu pula sebaliknya, jika prototipe yang terhubung dengan BS memiliki RSSI yang kecil maka dapat diasumsikan jarak antara keduanya jauh. Oleh karena itu, *fuzzy rule* yang digunakan untuk *tuning membership function* seperti tabel 7.

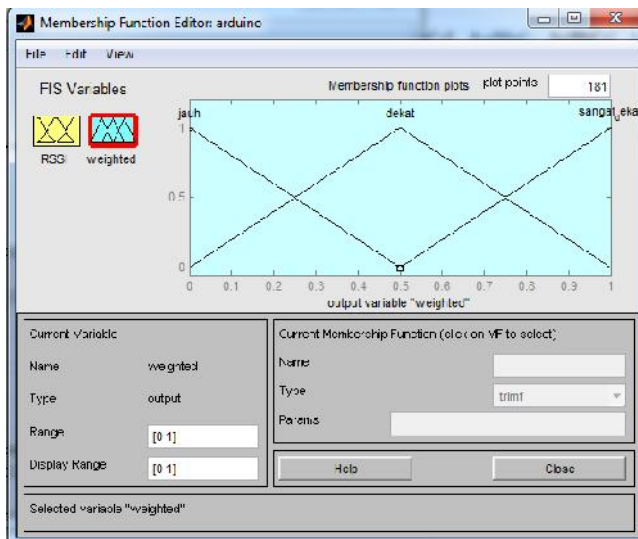
Bobot dihitung berdasarkan *input* RSSI menggunakan *fuzzy membership function*. Gambar 7 menunjukkan *fuzzy membership function* untuk RSSI.

TABEL 7
RULE FUZZY LOGIC

Rule	IF:RSSI is	THEN:Weight is
Rule 1	Jauh	jauh
Rule 2	Dekat	dekat
Rule 3	Sangat dekat	Sangat dekat



Gambar 7. Fuzzy membership function dari RSSI



Gambar 8. Fuzzy membership function dari Weighted

Sedangkan *fuzzy membership function* untuk *weighted* ditunjukkan pada gambar 8.

Berdasarkan bobot yang didapat dari masing-masing RSSI maka dapat ditentukan estimasi lokasi dengan memasukkan nilai bobot pada persamaan (3) sehingga menghasilkan estimasi koordinat pengujian untuk lokasi *outdoor* seperti pada tabel 8.

Error lokasi untuk pengukuran *indoor* dan *outdoor* dapat ditunjukkan pada tabel 8 dan 9. Bobot untuk lokasi *indoor* ditunjukkan seperti pada tabel 9.

TABEL 8

BOBOT METODE WEIGHTED CENTROID FIS OUTDOOR

NO	W ₁	W ₂	W ₃	Koordinat Pengujian		Error Lokasi
				lintang	Bujur	
1	0.52	0.61	0.32	5.549482	95.307293	36 m
2	0.48	0.65	0.31	5.549408	95.307220	37 m
3	0.29	0.41	0.25	5.549731	95.306921	34 m
4	0.68	0.71	0.48	5.550284	95.307122	32 m
5	0.56	0.72	0.52	5.550214	95.307365	31 m

TABEL 9

BOBOT METODE WEIGHTED CENTROID FIS INDOOR

NO	W ₁	W ₂	W ₃	Koordinat Pengujian		Error Lokasi
				lintang	bujur	
1	0.38	0.75	0.29	5.548198	95.307213	39.2 m
2	0.41	0.69	0.32	5.548811	95.307003	37.7 m
3	0.32	0.74	0.51	5.549643	95.307278	36.3 m
4	0.53	0.41	0.24	5.550150	95.307818	34.8 m
5	0.43	0.64	0.32	5.549128	95.307560	37.2 m

C. Perbandingan Error Lokasi Beberapa Metode

Berdasarkan data yang diperoleh maka perbandingan estimasi lokasi dengan pendekatan *centroid* dan *weighted centroid FIS* (tabel 10).

TABEL 10

PERBANDINGAN PENDEKATAN METODE PADA PENGUJIAN OUTDOOR

No	Centroid	Location Error	
		Weighted Centroid FIS	GPS
1	213 m	36 m	1.5 m
2	215 m	37 m	2.2 m
3	159 m	34 m	2.4 m
4	134 m	32 m	2.1 m
5	139 m	31 m	1.6 m
Rata-Rata	172 m	34 m	1.96 m

TABEL 11

PERBANDINGAN PENDEKATAN METODE PADA PENGUJIAN INDOOR

No	Centroid	Location Error	
		Weighted Centroid FIS	GPS
1	363 m	39.2 m	No signal
2	273 m	37.7 m	No signal
3	212 m	36.3 m	No signal
4	185 m	34.8 m	No signal
5	259 m	37.2 m	No signal
Rata-rata	258 m	37.04 m	

Error lokasi pengujian prototipe yang dilakukan pada *indoor* didapat hasil seperti pada tabel 11.

Perbedaan antara metode centroid dengan *weighted centroid* FIS menunjukkan perbedaan *error* lokasi yang tinggi untuk lokasi yang berbeda-beda. Rata-rata *error* lokasi dari masing-masing metode menunjukkan bahwa *weighted centroid* FIS menghasilkan akurasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode centroid. Identifikasi lokasi dengan metode *weighted centroid* FIS sangat tergantung kepada bobot masing-masing level sinyal yang diterima oleh prototipe arduino. Hal ini menunjukkan bahwa semakin dekat dengan dengan BTS terdekat maka nilai bobotnya semakin besar, begitu pula sebaliknya. Pendekatan menggunakan centroid dan *weighted centroid* FIS untuk pengujian di *outdoor* lebih kecil *error* lokasi jika dibandingkan dengan pengujian *indoor*. Eksperimen dengan perangkat GPS untuk lokasi *indoor* tidak memperoleh sinyal dari satelit sehingga tidak dapat akuisi posisi dengan tepat. Sedangkan pengujian GPS pada lokasi *outdoor* menghasilkan rata-rata *error* lokasi 1,96 meter.

5. PENUTUP

Penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah merancang dan membangun prototipe arduino GPRS Shield dapat digunakan untuk identifikasi lokasi. Prototipe ini dapat mendeteksi kuat sinyal dari beberapa BTS terdekat dengan memanfaatkan sinyal GSM dari berbagai operator yang tersedia.
2. Pengujian prototipe telah dilakukan menggunakan metode centroid dan *weighted centroid* FIS baik *indoor* maupun *outdoor*. Identifikasi lokasi dengan menggunakan metode *weighted centroid* FIS yang diusulkan lebih akurat jika dibandingkan menggunakan metode centroid konvensional. Pada masing-masing metode, hasil Pengujian yang dilakukan di *outdoor* lebih akurat jika dibandingkan pengujian *indoor*.
3. Identifikasi lokasi prototipe arduino dan perangkat GPS di lokasi *outdoor* menunjukkan perangkat GPS lebih presisi menentukan koordinat sebenarnya. Namun, prototipe arduino masih dapat mengidentifikasi lokasi di *indoor* jika dibandingkan perangkat GPS. Hal ini diakibatkan oleh perangkat GPS tidak dapat lock sinyal satelit jika berada dilokasi *indoor*.

REFERENSI

- [1] J. Imaniar, Arifin dan A. S. Khalilullah “Aplikasi Location Based Service untuk Sistem Informasi Publikasi Acara pada Platform Android”, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2011.
- [2] K. Kaemarungsi and P. Krishnamurthy “Modeling of Indoor Positioning Systems Based on Location Fingerprinting”, Twenty-third Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies Volume:2, 2004.
- [3] Snaptrack, “Location Techniques for GSM, GPRS and UMTS Networks”, White Paper, 2003.
- [4] Lotfi Zadeh. A, “Fuzzy Set Information and Control”, 1965 vol 8.
- [5] Von Altrock, C. Fuzzy logic and neuro Fuzzy applications in business and finance. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall PTR, c1997, x, 375 p. ISBN 01-359-1512-0.
- [6] Stachowicz M. S., Kochanska M. E., Analysis of the application of fuzzy relations in modeling, Proc. North American Fuzzy Information Society '86, New Orleans, 1986.
- [7] Kusumadewi dan H. Purnomo, “Aplikasi Logika Fuzzy untuk Mendukung Keputusan” Yogyakarta : Graha Ilmu, 2004.
- [8] V. Kumar, A. Kumar, and S. Soni, “A New Fuzzy Based Localization Error Minimization”, International Conference and workshop on Emerging Trends in Technology, 2011.
- [9] L. Bin, D. Zheng, N. Yu, and L. Yun, “An Improved Weighted Centroid Localization Algorithm”, International Journal of Future Generation Communication and Networking, Vol. 6, No.5, pp.45-52, 2013.
- [10] S.Y. Kim and O. H. Kwon, “Location Estimation Based on Edge Weights in Wireless Sensor Networks”, Journal of Korea Information and Communication Society, Vol.30. No. 10A, 2005.
- [11] M. Margolis, Arduino Cookbook: Recipes to Begin, Expand, and Enhance Your Projects, 2nd Edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2011.