

Desain *Wireless Sensor Network* dan *Webserver* untuk Pemetaan Titik Api pada Kasus Kebakaran Hutan

Irwan Candra Dwinata, Muhammad Rivai, Eko Setijadi
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail: muhammad_rivai@ee.its.ac.id, ekoset@ee.its.ac.id, irwan.candra12@mhs.ee.its.ac.id

Abstrak—Kebakaran hutan merupakan bencana yang dapat merusak lingkungan dan mengancam kelangsungan hidup hewan dan manusia. Proses pemadaman kebakaran hutan menjadi lebih mudah apabila kebakaran dapat dideteksi dengan cepat saat besarnya api masih terkontrol. Teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dapat diaplikasikan dalam sistem pendeteksi dini kebakaran hutan dan dapat *me-monitoring* kondisi suatu area secara *realtime*. Tujuan dari penelitian ini adalah dilakukannya komunikasi *Wireless Sensor Network* antara *node sensor* dan *webserver* untuk memetakan titik api kebakaran hutan. Pada penelitian ini digunakan tiga *node sensor* dan satu *webserver* dengan menggunakan modul *xbee s1* dan protokol *digimesh* untuk membentuk jaringan yang terhubung secara *wireless*. *Webserver* diimplementasikan pada *raspberry pi 2*. Hasil pengujian menunjukkan setiap *node sensor* dapat mengirimkan sinyal kebakaran kepada *webserver*. Jarak maksimum antar modul *xbee s1* adalah 28 meter dengan sinyal RSSI *local* sebesar -57 dBm dan sinyal RSSI *remote* sebesar -60 dBm. *Node sensor* yang tidak terjangkau langsung dengan *webserver* akan mengirimkan sinyal secara berurutan ke *node sensor* yang lebih dekat untuk menyampaikan sinyal ke *webserver*. *Webserver* dapat menyimpan kondisi setiap *node sensor* kedalam *database* dan memetakan area kebakaran yang terintegrasi dengan *google maps*.

Kata Kunci—*Google Maps*, *Node Sensor*, Pemetaan Kebakaran, *Webserver*, *Wireless Sensor Network*.

I. PENDAHULUAN

KEBAKARAN hutan merupakan bencana yang dapat dicegah dan dikendalikan dengan penanganan yang terencana, menyeluruh, terpadu dan berkelanjutan. Pemerintah Indonesia melalui Departemen Kehutanan sudah melakukan usaha untuk mencegah kebakaran hutan, diantaranya dengan melakukan patroli kawasan hutan, pengamatan pada menara pengawas, sampai penggunaan citra satelit [1]. Namun pengawasan tersebut masih belum bisa mendeteksi kebakaran dengan cepat. Misalnya saja penggunaan teknologi citra satelit yang hanya dapat menyediakan gambar pada suatu daerah yang sama di bumi setiap dua hari sekali. Hal ini merupakan jeda waktu yang lama untuk mendeteksi kebakaran hutan, selain itu kualitas gambar dari satelit juga terpengaruh oleh cuaca [2]. Semakin lama proses pendeteksian kebakaran, maka proses pemadaman menjadi semakin sulit dilakukan serta menimbulkan dampak yang semakin besar, misalnya kerusakan ekologi yang semakin luas serta dampak kabut asap yang membahayakan kesehatan makhluk hidup.

Salah satu faktor penting dalam pemadaman kebakaran hutan adalah proses komunikasi untuk melaporkan peringatan kebakaran secepat mungkin dan informasi lokasi titik api yang akurat saat terjadi kebakaran hutan [1]. Semakin cepat kebakaran hutan dapat dideteksi, maka proses pemadaman kebakaran yang dilakukan menjadi semakin mudah, karena kondisi api masih dalam fase terkendali untuk dipadamkan. Perkembangan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dalam beberapa tahun terakhir memungkinkan teknologi ini untuk diaplikasikan dalam membuat pendeteksi dini kebakaran hutan. Sifat WSN ini adalah dapat *me-monitoring* suatu area pemantauan secara *realtime*.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sistem komunikasi dalam pelaporan dan peringatan kebakaran hutan berbasis elektronik dengan mendesain suatu *Wireless Sensor Network* (WSN) untuk pemetaan titik api. Penelitian ini berfokus pada bagaimana mendesain jaringan komunikasi data antar *node sensor* pemberi peringatan kebakaran hutan dengan suatu *webserver*. *Node sensor* akan berada dalam posisi tersebar dan saling berkomunikasi dalam satu jaringan agar dapat mengirimkan data sampai kepada *webserver*. Saat terjadi sinyal peringatan kebakaran dari salah satu *node sensor*, maka data peringatan tersebut diteruskan oleh *node sensor* yang berdekatan untuk dapat sampai ke *webserver*. Pada *webserver* akan dilakukan pengolahan data untuk memberikan *interface* kepada *user* mengenai area yang terdampak api saat terjadi kebakaran. Dengan desain komunikasi yang berbasis elektronik tersebut, maka peringatan kebakaran dapat dilaporkan dengan cepat kepada pihak yang terkait dalam menangani kebakaran.

II. DASAR TEORI

A. *Xbee*

Xbee merupakan sebuah modul komunikasi radio yang diproduksi oleh *Digi International*. Modul *Xbee* dapat melakukan komunikasi antara satu dengan lainnya tanpa melalui kabel (*wireless*). Modul *xbee* cocok digunakan pada aplikasi-aplikasi yang memerlukan komunikasi antar modul yang tersebar, namun memiliki kesulitan apabila dihubungkan melalui kabel.

Xbee diproduksi dalam varian *Xbee reguler* dan *Xbee Pro* pada frekuensi 2.4 GHz. Perbedaan dari keduanya terletak pada

Tabel 1
Jangkauan Modul Xbee

Jenis Xbee	Jangkauan Line Of Sight	Arus Tx	Arus Rx
Xbee 2.4Ghz S1 Reguler	90 m	45 mA	50 mA
Xbee 2.4 S1 Ghz Pro	1.6 km	250 mA	55 mA
Xbee 2.4 S1 Ghz Pro International J varian	1 km	150 mA	55 mA
Xbee Pro 900 Mhz S3B	14.5 km	215 mA	29 mA
Xbee 868 Mhz S8	4 km	48 mA	27 mA

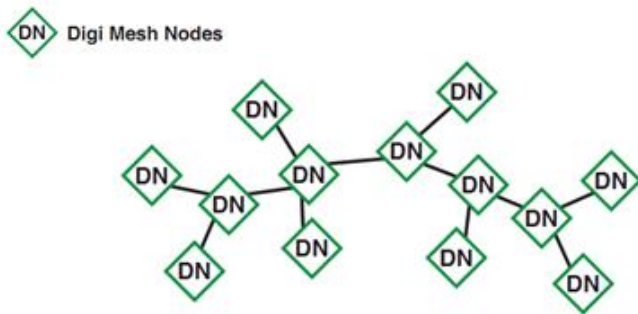
jarak jangkauan antara 2 modul xbee. Modul xbee pro menggunakan daya pancar yang lebih besar, sehingga jarak jangkauan xbee pro lebih jauh dibandingkan dengan xbee reguler. Xbee pro juga memiliki harga yang lebih mahal daripada xbee reguler. Selain frekuensi 2.4 GHz, xbee juga mengeluarkan varian dengan frekuensi 900 MHz dan frekuensi 868 MHz. Perbedaan jarak jangkauan antar modul xbee dapat dilihat pada tabel 1 [3].

B. Protokol Digimesh

Pada sistem komunikasi wireless sensor network, proses untuk routing data merupakan hal yang penting. Routing data ini cocok apabila menerapkan jaringan mesh. Salah satu protokol komunikasi jaringan mesh bernama protokol digimesh. Protokol ini dikembangkan oleh Digi International. Protokol ini merupakan pengembangan dari protokol Zigbee. Dalam membuat jaringan mesh, setiap node memiliki hubungan yang homogen, yaitu setiap node dapat memiliki kemampuan untuk melakukan routing data. Sehingga jaringan ini juga disebut peer-to-peer mesh networking. Gambaran dari protokol digimesh ini dapat dilihat pada gambar 1 [4].

Protokol digimesh ini memiliki kelebihan dalam membuat jaringan mesh, yaitu:

- Setiap node bersifat homogen dan dapat melakukan routing data
- Proses routing data menggunakan AODV (Ad hoc On-Demand Vector Routing)



Gambar 1 Protokol Digimesh

- Proses pembuatan tabel routing data hanya dilakukan saat dibutuhkan
- Node dapat dihubungkan dan dicopot dari jaringan dengan mudah
- Menggunakan ACK untuk memastikan pengiriman data [5].

C. Mikrokontroler

Mikrokontroler STM32F103C8 merupakan golongan STM32 berbasis ARM Cortex M3 prosesor 32 bit.

Mikrokontroler ini termasuk dalam kategori performa menengah pada golongan STM32. Mikrokontroler STM32F103C8 memiliki frekuensi clock maksimum sebesar 72 MHz. Memiliki 64 Kbyte flash memory dan 20 Kbyte SRAM, serta tegangan suplai 2 Volt sampai 3.6 Volt. Pinout dari perangkat mikrokontroler STM32F103C8 dengan 48 pin dapat dilihat pada gambar 2 [6].

Beberapa fitur yang dimiliki mikrokontroler STM32F103C8 yaitu:

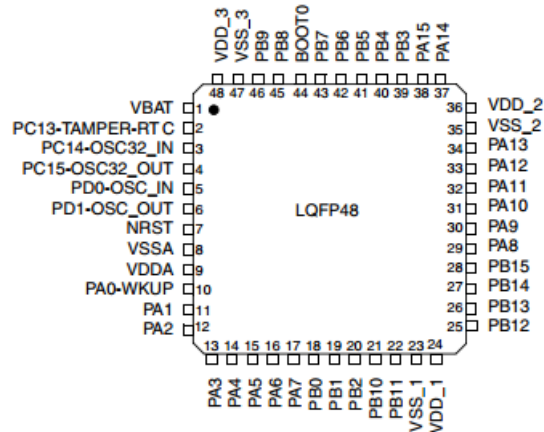
- Memiliki 7 timer
- Mendukung interface komunikasi 2 buah I2C, 3 buah USART, CAN, USB
- 7-channel DMA controller
- Debug mode menggunakan Serial Wire Debug(SWD) dan interface JTAG

D. Raspberry pi 2

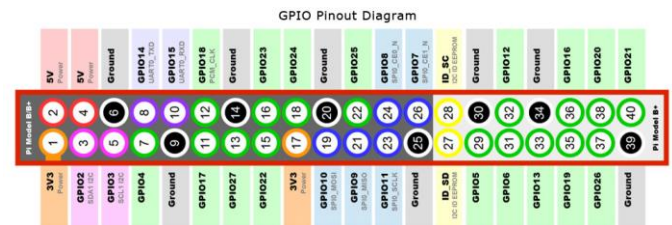
Raspberry pi 2 merupakan sebuah mini komputer yang diperkenalkan pada Februari 2015. Performa Raspberry pi 2 didukung oleh prosesor Broadcom BCM2836 yang merupakan generasi prosesor berbasis ARM Cortex-A7 quad core 900MHz. Raspberry pi 2 ini memiliki kapasitas RAM sebesar 1 GB. Dengan dimensi modul 85 x 56 x 17 mm dan disuplai oleh tegangan 5V dan arus 2A yang dipasang dengan menggunakan Micro USB [7]. Perangkat raspberry pi dapat dilihat pada gambar 3.

Fitur tambahan yang terdapat pada raspberry yaitu:

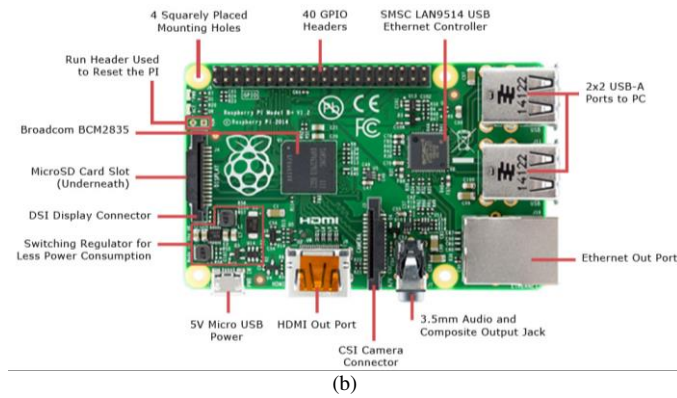
- Memiliki Slot Micro SD
- Memiliki 40 Pin GPIO (General Purpose Input/Output)
- Multiple Port meliputi: 4 USB port, Full HDMI, 4 pole Stereo output dan komposit video port, CSI camera port, dan DSI display port.



Gambar 2 Mikrokontroler STM32F103C8 pinout



(a)



Gambar 3 (a) Diagram Pinout GPIO (b) Raspberry pi 2

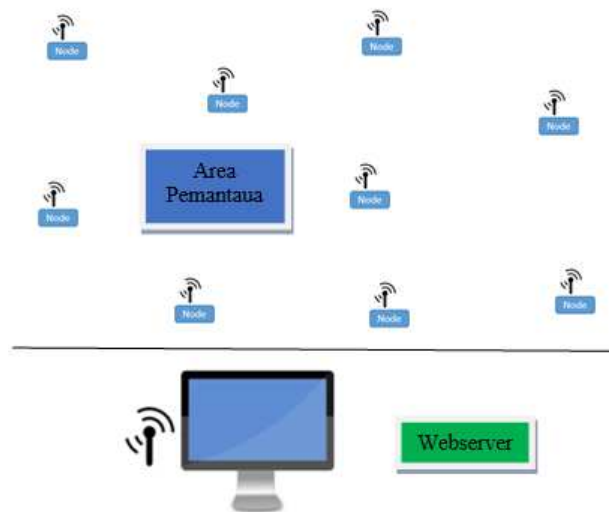
III. PERANCANGAN SISTEM

A. Cara Kerja Sistem

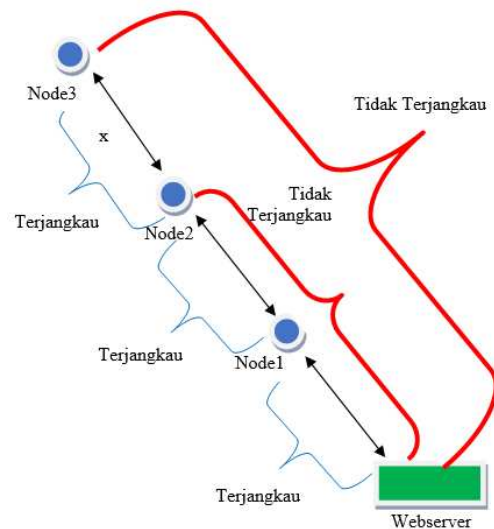
Secara garis besar, sistem akan memiliki beberapa *node* sensor dan sebuah *webservice* yang terhubung dalam sebuah jaringan *wireless* agar dapat memetakan titik api pada kasus kebakaran. Posisi *node* sensor akan tersebar pada area pemantauan dan memiliki jarak yang bervariasi terhadap *webservice*. Cara kerja seperti ini dapat dilihat pada gambar 4.

B. Pengujian Komunikasi Sistem

Node sensor yang tersebar pada area pemantauan memiliki jarak yang bervariasi. Kondisi tersebut dibedakan menjadi 2 bagian. Pertama yaitu *node* sensor yang berada pada jangkauan modul komunikasi radio maka *node* sensor dapat mengirim sinyal kebakaran kepada *webservice* secara langsung. Kedua yaitu *node* sensor yang berada jauh dari *webservice* sehingga untuk mengirimkan sinyal kebakaran, *node* sensor yang jauh



Gambar 4 Posisi Sebaran Node Sensor dan Webservice



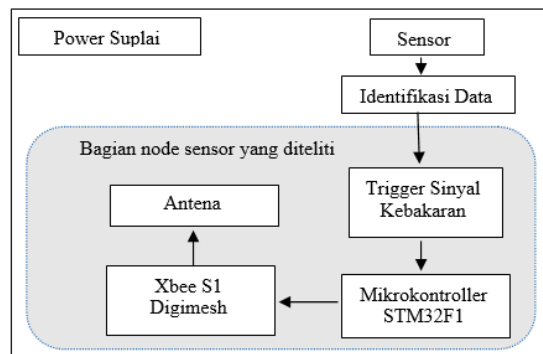
Gambar 5 Pengujian Komunikasi Wireless Sensor Network

akan mengirimkan sinyal ke *node* sensor yang lebih dekat. Kemudian *node* sensor yang lebih dekat mengirimkan ulang sinyal tersebut. Hal ini dilakukan berulang sampai sinyal kebakaran sampai pada *webservice*.

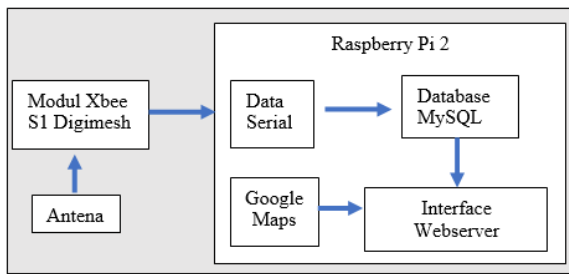
Untuk membuat komunikasi antara *node* sensor dan *webservice* dalam mengirimkan sinyal kebakaran serta jangkauan *node* sensor dekat dan *node* sensor jauh dalam proses komunikasi, maka dalam penelitian ini dibuat 3 buah *node* sensor dan sebuah *webservice*. *Node* sensor tersebut diberi nama *node 1*, *node 2*, dan *node 3*. Dalam pengujian tersebut nantinya setiap *node* sensor, yaitu *node 1*, *node 2*, dan *node 3* dapat mengirimkan data sinyal kebakaran kepada *webservice*. Skema pengujian komunikasi *wireless sensor network* tersebut dapat dilihat pada gambar 5.

C. Diagram Blok Node Sensor

Secara umum *node* sensor terdiri atas power suplai, sensor, mikrokontroler pengolah data, modul komunikasi radio dan antenna. Pada penelitian ini bagian dari *node* sensor yang diteliti difokuskan pada proses komunikasi. Diagram blok *node* sensor dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Diagram Blok Node Sensor



Gambar 7 Diagram Blok Webserver

D. Diagram Blok Webserver

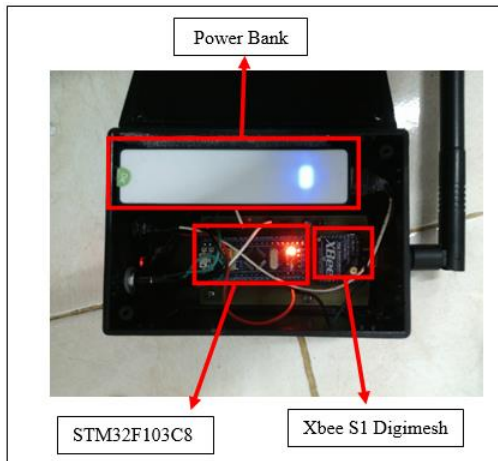
Webserver merupakan sebuah pusat data dimana node 1, node 2, dan node 3 akan mengirimkan data sinyal kebakaran agar sampai kepada webserver. Webserver ini diimplementasikan ke dalam hardware Raspberry pi2. Pada webserver ini semua data sinyal kebakaran yang diterima oleh webserver disimpan kedalam sebuah database. Webserver ini juga bertugas untuk menampilkan database mengenai kondisi kebakaran dengan interface yang dapat memetakan area yang terdampak kebakaran kedalam sebuah peta. Dengan pemetaan kebakaran ini diharapkan user dapat mengetahui area kebakaran secara efisien dan menarik. Diagram blok pada webserver ditunjukkan pada gambar 7.

IV. HASIL PENGUJIAN

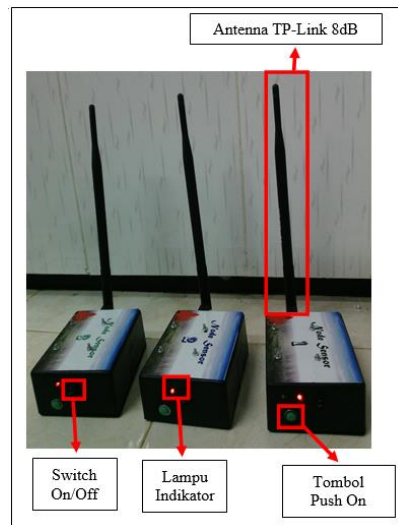
Pada bab ini, dipaparkan mengenai hasil realisasi desain node sensor dan webserver serta hasil pengujian untuk memetakan kebakaran.

A. Realisasi Node Sensor

Realisasi node sensor terdiri atas power supply, trigger sinyal kebakaran, mikrokontroler STM32f103c8, modul komunikasi xbee s1 digimesh, serta antena. Node sensor tampak dalam terlihat seperti gambar 8. Node sensor tampak luar terlihat pada gambar 9.



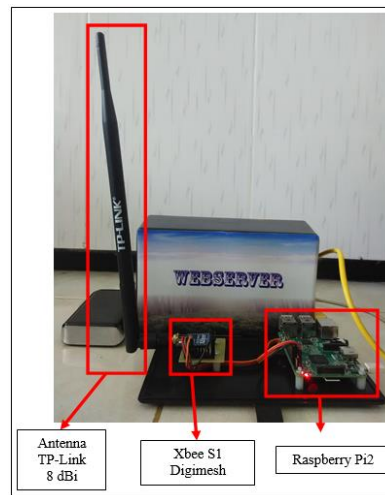
Gambar 8 Node Sensor Tampak Dalam



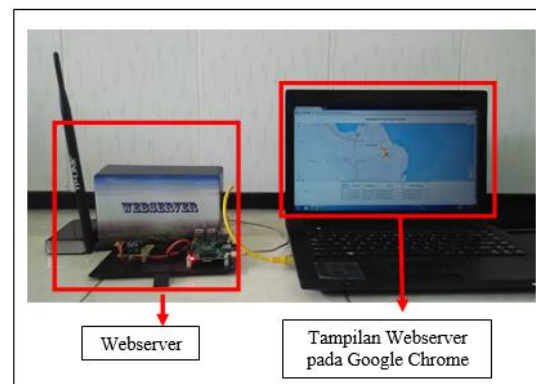
Gambar 9 Node Sensor Tampak Luar

B. Realisasi Webserver

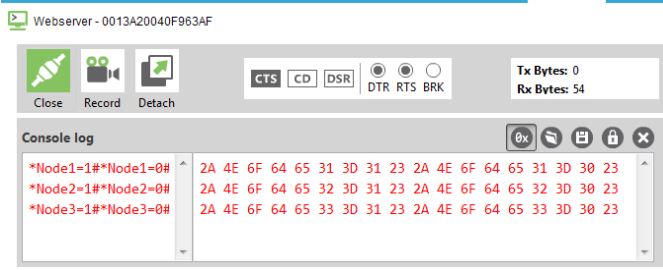
Realisasi webserver terdiri atas power supply, raspberry pi2, modul komunikasi xbee s1 digimesh, serta antena. Realisasi webserver dapat dilihat pada gambar 10. Tampilan interface dari webserver dapat dilihat dengan menghubungkan webserver pada sebuah komputer. Kemudian dilihat pada web browser google chrome seperti pada gambar 11.



Gambar 10 Realisasi Webserver



Gambar 11 Tampilan webserver dilihat melalui komputer



Gambar 12 Hasil Pengiriman Sinyal Kebakaran

C. Pengujian Pengiriman Sinyal Kebakaran

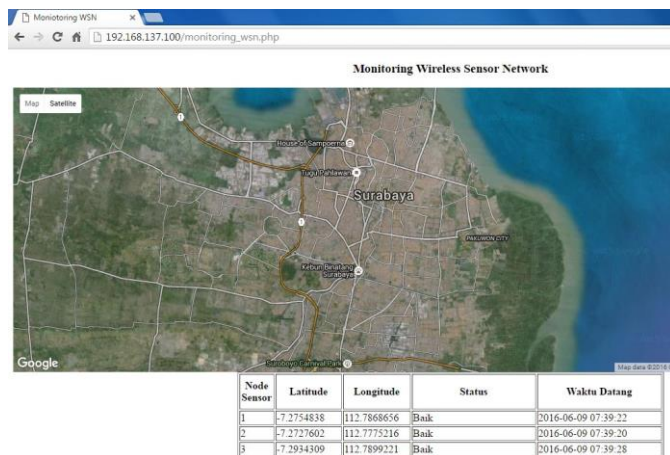
Setiap *node* sensor, yaitu *node* sensor 1, *node* sensor 2, dan *node* sensor 3 mengirimkan akan mengirimkan sinyal kebakaran. Hasil pengiriman sinyal kebakaran dapat dilihat pada gambar 12.

D. Pembacaan Data Node Sensor Pada Database

Sinyal kebakaran yang diterima oleh *webserver* akan disimpan kedalam *database*. Hasil *database* pada *webserver* dapat dilihat pada gambar 13.

no	latitude	longitude	status	waktu_datang
162	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 20:03:38
163	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Sedang	2016-05-22 20:03:44
164	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 20:07:57
165	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Sedang	2016-05-22 20:08:04
166	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Besar	2016-05-22 20:10:11
167	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 20:10:37
168	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Sedang	2016-05-22 20:18:32
169	-7.2754838	112.7868656	Baik	2016-05-22 20:18:56
170	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Besar	2016-05-22 20:19:10
171	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 20:34:19
172	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 20:36:51
173	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 21:15:16
174	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 21:15:20
175	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 21:17:06
176	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Sedang	2016-05-22 21:17:10
177	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 21:29:57
178	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 21:30:13
179	-7.2754838	112.7868656	Baik	2016-05-22 21:39:39
180	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-05-22 22:28:19
181	-7.2754838	112.7868656	Kebakaran Kecil	2016-06-09 07:00:37

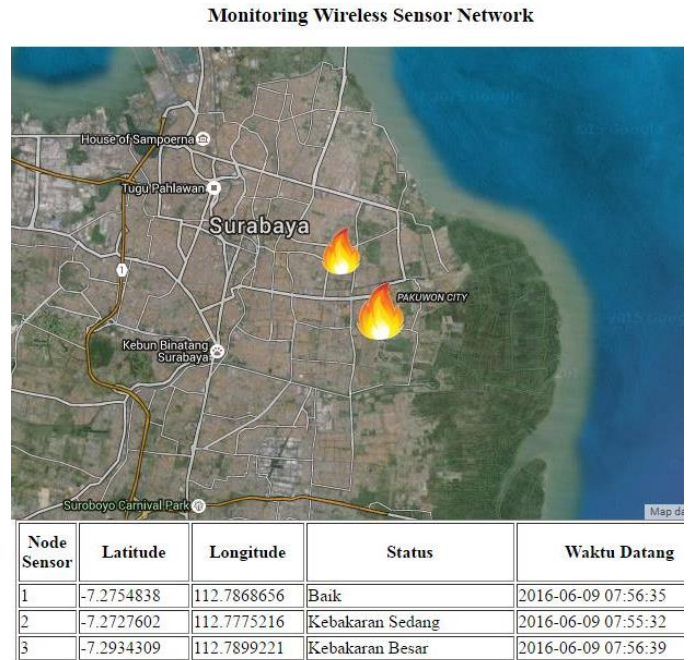
Gambar 13. Database pada Webserver



Gambar 14 Tampilan Webserver saat Kondisi Baik

Node Sensor	Latitude	Longitude	Status	Waktu Datang
1	-7.2754838	112.7868656	Baik	2016-06-09 07:39:22
2	-7.2727602	112.7775216	Baik	2016-06-09 07:39:20
3	-7.2934309	112.7899221	Baik	2016-06-09 07:39:28

Gambar 15 Detail Informasi Node Sensor



Gambar 16 Tampilan Webserver saat Terjadi Kebakaran

E. Hasil Tampilan Pemetaan Kebakaran Pada Webserver

Interface pada *webserver* untuk pemetaan api diintegrasikan dengan *google maps*. Hal ini dapat mempermudah *user* untuk mengetahui area kebakaran. Untuk menambah detail dari posisi kebakaran, maka ditambahkan tabel yang berada pada bagian bawah *website*. Koordinat dari setiap *node* sensor ditunjukkan pada kolom *latitude* dan *longitude*. Status dari setiap *node* sensor terdapat pada kolom "Status". Sedangkan kolom waktu datang menunjukkan waktu *node* sensor mendeteksi kebakaran. Tampilan *webserver* saat kondisi baik dapat dilihat pada gambar 14. Detail informasi lokasi dan kondisi *node* sensor dapat dilihat pada gambar 15. Serta tampilan *webserver* saat terjadi kebakaran dapat dilihat pada gambar 16.

F. Pengujian Komunikasi Wireless Sensor Network

Pengujian komunikasi yang pertama dilakukan adalah mengukur jarak maksimum antara 2 buah modul *xbee s1 digimesh*. Pengukuran dilakukan secara *Line of Sight* dari jarak 0 meter. Kemudian meningkat lebih jauh dengan jarak 2 meter. Hasil pengujian jarak komunikasi dapat dilihat pada tabel 2. Dari data tersebut didapatkan jarak terjauh antara 2 modul *xbee s1 digimesh* adalah 28 meter dengan sinyal RSSI local sebesar -57 dBm dan sinyal RSSI remote sebesar -60 dBm.

Tabel 2
Pengujian Jangkauan antara 2 Modul Xbee S1 Digimesh

No	Jarak	Sinyal	
		Local (dBm)	Remote (dBm)
1	0 m	-33 dBm	-35 dBm
2	2 m	-37 dBm	-40 dBm
3	4 m	-48 dBm	-50 dBm
4	6 m	-48 dBm	-51 dBm
5	8 m	-48 dBm	-50 dBm
6	10 m	-50 dBm	-52 dBm
7	12 m	-52 dBm	-53 dBm
8	14 m	-55 dBm	-57 dBm
9	16 m	-55 dBm	-56 dBm
10	18 m	-56 dBm	-58 dBm
11	20 m	-55 dBm	-58 dBm
12	22 m	-56 dBm	-58 dBm
13	24 m	-57 dBm	-59 dBm
14	26 m	-57 dBm	-60 dBm
15	28 m	-57 dBm	-60 dBm
16	30 m	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Tabel 3
Pengujian Komunikasi WSN

No	Penerima	Pengirim	Jarak	Sinyal	
				Local (dBm)	Remote (dBm)
1	Webserver	Node 1	20 m	-59	-57
2	Webserver	Node 2	40 m	-57	-52
3	Webserver	Node 3	60 m	-57	-52

Tabel 4
Pengujian Tranfer Data Node Sensor

Node Sensor	Rata-rata kecepatan data
1	3.63 Kbps
2	2.91 Kbps
3	3.11 Kbps

Selanjutnya dilakukan pengujian apakah *node* sensor yang berada pada jarak yang jauh dapat mengirimkan sinyal kepada *webserver*. *Node* sensor 2 terletak 40 meter dari *webserver* (tidak terjangkau) dan *Node* sensor 3 terletak 60 meter dari *webserver* (tidak terjangkau). Namun antara *node* sensor 1, *node* sensor 2, dan *node* sensor 3 masih dapat berkomunikasi karena antar modul *xbee* masih berjarak 20 meter. Hasil pengujian didapatkan *node* sensor 1, *node* sensor 2, dan *node* sensor 3 dapat mengirim data dengan baik. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel 3.

Pengujian selanjutnya yaitu mengukur kecepatan transfer data dari *node* sensor 1, *node* sensor 2, dan *node* sensor 3 kepada *webserver*. Transfer data dilakukan secara kontinyu selama 60 detik. Selanjutnya diambil nilai rata-rata kecepatan transfer data dari setiap *node* sensor. Hasil pengujian dapat transfer data *node* sensor dilihat pada tabel 4.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dibuat dan dirancangan desain *wireless sensor network* (WSN) dan *webserver* yang dapat memetakan titik api untuk aplikasi kebakaran hutan. Pengujian pengiriman serial *node* sensor menunjukkan bahwa *node* sensor dapat mengirim sinyal kebakaran kecil, kebakaran sedang, dan kebakaran besar. *Webserver* dapat menerima data sinyal kebakaran dari ketiga *node* sensor dan memasukkannya ke dalam *database*. Kemudian *webserver* dapat memetakan area kebakaran pada suatu peta yang terintegrasi dengan *google*

maps. Kondisi *node* sensor dapat direpresentasikan pada peta melalui gambar api. Saat kondisi baik, maka pada peta tidak terdapat gambar api. Sedangkan saat terjadi kebakaran, pada peta dapat menampilkan gambar api sesuai dengan kondisi kebakaran kecil, kebakaran sedang, atau kebakaran besar. Lokasi *node* sensor dapat dilihat secara mudah pada tabel *webserver*. Pengujian jarak komunikasi antara 2 buah modul RF *xbee S1 digimesh* menunjukkan jarak terjauh 28 meter dengan sinyal RSSI pada *local device* sebesar -57 dBm dan RSSI pada *remote device* sebesar -60 dBm. Pengujian komunikasi secara WSN pada 3 buah *node* sensor dengan *webserver*, pada jarak *node1* 20 meter dari *webserver*, *node2* 40 meter dari *webserver*, dan *node3* 60 m dari *webserver* secara *Line of Sight* (satu jalur lurus) menunjukkan sinyal kebakaran dari *node1*, *node2*, dan *node 3* dapat diterima dengan baik oleh *webserver*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dephut. 2015. *Pedoman Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan*. Diakse di < www.dephut.go.id > pada Januari 2016.
- [2] Alkhatib, Ahmad. 2012. *Wireless Sensor Network for Forest Fire Detection System - Seminar*. Newport:University of Wales.
- [3]International, Digi. 2016. *Xbee Family Features Comparison*. Diakses di <digi.com> pada Feburari 2016
- [4] International, Digi. 2008. *Wireless Mesh Networking*. Diakses di <digi.com> pada Februari 2016
- [5] Libellium. 2012. *Waspmote Digimesh Networking Guide*. Libellium Comunicaciones Distribuidas S.L
- [6] STMicroelectronics. 2015. *Datahseet STM32F103x8*.
- [7] *Raspberry pi 2*. Diakses di <www.raspberrypi.org > pada Februari 2016