



TUGAS AKHIR - TE 141599

DESAIN WIRELESS SENSOR NETWORK DAN
WEBSERVER UNTUK PEMETAAN TITIK API PADA
KASUS KEBAKARAN HUTAN

IRWAN CANDRA DWINATA
NRP 2212 100 090

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - TE 141599

WIRELESS SENSOR NETWORK AND WEBSERVER DESIGN FOR HOTSPOT MAPPING ON FOREST FIRES

IRWAN CANDRA DWINATA
NRP 2212 100 090

Supervisor
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh November Institute of Technology
Surabaya 2016

**DESAIN WIRELESS SENSOR NETWORK DAN WEBSERVER
UNTUK PEMETAAN TITIK API PADA KASUS KEBAKARAN
HUTAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Bidang Studi Elektronika
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I,



Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
NIP. 196904261994031003

Dosen Pembimbing II,



Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D
NIP.197210012003121002



DESAIN WIRELESS SENSOR NETWORK DAN WEBSERVER UNTUK PEMETAAN TITIK API PADA KASUS KEBAKARAN HUTAN

Irwan Candra Dwinata
2212 100 090

Dosen Pembimbing I : Dr. Muhammad Rivai, ST, MT.

Dosen Pembimbing II : Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D

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 memonitoring kondisi suatu area secara *realtime*.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah dilakukannya komunikasi Wireless Sensor Network antara node sensor dan webserver untuk memetakan titik api kebakaran hutan. Pada tugas akhir 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.

WIRELESS SENSOR NETWORK AND WEBSERVER DESIGN FOR HOTSPOT MAPPING ON FOREST FIRES

Irwan Candra Dwinata
2212100090

Supervisor I : Dr. Muhammad Rivai, ST, MT.
Supervisor II : Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D

Abstract:

Forest fires is one of disaster which can damage the environment and threaten human and animal life sustainabilty. Extuingshing forest fires become easier when the fire can be detected earlier and still under control. Wireless Sensor Network (WSN) technology is applied to create early fire detection system and can monitor continuously condition of an area.

The purpose of this final project is implementing Wireless Sensor Network for communication between node sensor and webserver for hotspot mapping in forest fires. This final project is using three node sensor and a webserver using Xbee S1 module and digimesh protocol to establish wireless network. Raspberry Pi 2 is used as webserver. The result of test performance shows that each Xbee S1 module can send hotspot signal to webserver. Maximum distance within each Xbee S1 module is 28 meter with local RSSI signal is -57 dBm and remote RSSI signal is -60 dBm. When a node sensor is not in webserver's range, the node sensor will send data through nearby node sensor to relay data to webserver. Webserver will save node sensor data in database and show hot spot location in a map with google maps integration.

Keyword : *Fire Mapping, Google Maps, Node Sensor, Webserver, Wireless Sensor Network.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
1.7 Relevansi.....	5
DASAR TEORI.....	7
2.1 Kebakaran Hutan.....	7
2.2 Xbee.....	8
2.2.1 Varian Xbee	9
2.2.2 Konfigurasi Pin Xbee.....	10
2.2.3 Spesifikasi Xbee S1 Digimesh 2.4 GHz	11
2.2.4 Protokol Digimesh	13
2.2.5 Parameter Jaringan Digimesh	14
2.2.6 Proses Routing Data Digimesh	15
2.2.7 XCTU	15
2.3 Mikrokontroler STM32F103C8.....	16
2.4 Raspberry Pi 2.....	18
2.5 Websserver	19
PERANCANGAN SISTEM	21
3.1 Diagram Cara Kerja Sistem	21
3.1.1 Node Sensor Dekat dengan Websserver.....	22
3.1.2 Node Sensor Jauh dari Websserver	22

3.2	Rancangan Pengujian Komunikasi Sistem	23
3.3	Diagram Blok Node Sensor	24
3.4	Diagram Blok Webservice	25
3.5	Perencanaan Cara Kerja Node Sensor	25
3.6	Perencanaan Cara Kerja Webservice.....	27
3.6.1	Pengolahan Sinyal Kebakaran	27
3.6.2	Interface Webservice.....	28
PENGUKURAN DAN ANALISIS SISTEM		29
4.1	Realisasi Perangkat Keras.....	29
4.1.1	Realisasi Perangkat Keras Node Sensor	29
4.1.2	Realisasi Perangkat Keras Webservice	30
4.2	Pengiriman Sinyal Kebakaran Node Sensor	32
4.2.1	Setting Xbee Digimesh.....	32
4.2.2	Pemrograman Mikrokontroler pada Node Sensor.....	34
4.2.3	Pengujian Pengiriman Data Kebakaran.....	36
4.3	Pengolahan Data Pada Webservice	37
4.4	Pengujian Interface Webservice Lokalisasi Kebakaran	41
4.5	Pengujian Komunikasi WSN	50
4.5.1	Pengujian Range Modul Xbee	50
4.5.2	Pengujian Komunikasi WSN.....	51
4.5.3	Pengujian Transfer Data Xbee.....	53
4.6	Analisa Sistem	55
4.6.1	Analisa Budget Link.....	55
4.6.2	Analisa Free Space Path Loss.....	56
PENUTUP		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		61
BIODATA PENULIS		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Xbee surface mount (b) Xbee through hole	9
Gambar 2. 2 Pinout xbee	10
Gambar 2. 3 Protokol digimesh	13
Gambar 2. 4 Channel xbee S1 2.4 GHz digimesh	15
Gambar 2. 5 Tampilan XCTU	16
Gambar 2. 6 STM32F103C8 48 LQFP48 pinout	17
Gambar 2. 7 Development board STM32F103C8	17
Gambar 2. 8 Raspberry Pi 2	18
Gambar 2. 9 Raspberry Pi 2 Pinout	19
Gambar 3. 1 Posisi sebaran node sensor dan webserver	21
Gambar 3. 2 Komunikasi jarak dekat node sensor dan webserver ..	22
Gambar 3. 3 Komunikasi jarak jauh dari node sensor ke webserver	22
Gambar 3. 4 Skema pengujian komunikasi	23
Gambar 3. 5 Blok diagram node sensor	24
Gambar 3. 6 Blok diagram webserver	25
Gambar 3. 7 Diagram alir program mikrokontroler	26
Gambar 3. 8 Diagram alir pengolahan sinyal kebakaran pada webserver	27
Gambar 3. 9 Diagram alir interface webserver	28
Gambar 4. 1 Node sensor tampak dalam	29
Gambar 4. 2 Node sensor tampak luar	30
Gambar 4. 3 Realisasi webserver	31
Gambar 4. 4 Tampilan webserver dilihat melalui komputer	32
Gambar 4. 5 Pengujian channel xbee	33
Gambar 4. 6 Setting jaringan pada xbee	34
Gambar 4. 7 Pengujian data kebakaran pada node sensor 1	37
Gambar 4. 8 Pengiriman kebakaran dari ketiga node sensor	37
Gambar 4. 9 Hasil pembacaan database MySQL	40
Gambar 4. 10 Tampilan peta webserver tanpa kebakaran	45
Gambar 4. 11 Tabel monitoring kebakaran pada webserver	46
Gambar 4. 12 Tampilan foto satelit peta webserver	46
Gambar 4. 13 Tampilan webserver dengan satu titik kebakaran	47
Gambar 4. 14 Tampilan webserver dengan dua titik kebakaran	48
Gambar 4. 15 Tampilan webserver dengan kombinasi besarnya kebakaran	49
Gambar 4. 16 Test komunikasi WSN node 1	52
Gambar 4. 17 Test komunikasi WSN node 2	52

Gambar 4. 18 Test komunikasi WSN node 3	53
Gambar 4. 19 Pengujian transfer data node sensor 1	54
Gambar 4. 20 Pengujian transfer data node sensor 2	54
Gambar 4. 21 Pengujian transfer data node sensor 3	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis antena pada xbee	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi jangkauan modul xbee <i>line of sight</i>	10
Tabel 2. 3 Penjelasan pinout modul xbee	11
Tabel 2. 4 Spesifikasi performa xbee s1 digimesh	12
Tabel 2. 5 Spesifikasi fitur xbee s1 digimesh	12
Tabel 2. 6 Spesifikasi jaringan xbee s1 digimesh	12
Tabel 2. 7 Spesifikasi daya xbee s1 digimesh	12
Tabel 4. 1 Konversi channel ke frekuensi xbee	34
Tabel 4. 2 Format pengiriman sinyal kebakaran	35
Tabel 4. 3 Pengukuran Range Xbee S1 Digimesh	50
Tabel 4. 4 Hasil Komunikasi Node Sensor Secara WSN	51
Tabel 4. 5 Kecepatan rata-rata node sensor	53
Tabel 4. 6 Analisa free space path loss modul xbee	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia karena menyediakan oksigen yang dibutuhkan manusia untuk bernafas, dan tempat berkembangnya aneka flora dan fauna. Di bumi, terdapat dua hutan yang di identikkan dengan paru-paru dunia karena mensuplai sebagian besar oksigen, yaitu : (1) hutan Amazon di Afrika, dan (2) hutan Indonesia. Menurut data statistik dari BPS pada rentang tahun 1999 sampai 2013, Indonesia memiliki kawasan hutan mencapai 124.023.000 hektar [1].

Namun, dengan kondisi hutan Indonesia yang sangat luas, Indonesia memiliki masalah kebakaran hutan yang terus berulang. Menurut data dari Departemen Hutan (Dephut), Kebakaran hutan di Indonesia telah terjadi sejak masa pra kemerdekaan, yaitu pada masa pemerintah Hindia Belanda sampai sekarang telah merdeka selama 60 tahun [2]. Menurut data BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) yang dipublikasikan oleh media okezone, pengamatan kebakaran hutan pada tahun 2015 yang terjadi sejak 1 Juli sampai Oktober 2015 mencapai 2,1 juta hektar [3].

Kebakaran hutan merupakan bencana yang dapat dicegah dan dikendalikan dengan penanganan yang terencana, menyeluruh, terpadu dan berkelanjutan. Pemerintah Indonesia melalui Departement Kehutanan sudah melakukan usaha untuk mencegah kebakaran hutan, diantaranya dengan melakukan patroli kawasan hutan, pengamatan pada menara pengawas, sampai penggunaan citra satelit [4]. 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 2 hari sekali. Hal ini merupakan jeda waktu yang lama untuk mendeteksi kebakaran hutan, selain itu kualitas gambar dari satelit juga terpengaruh oleh cuaca [5]. 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. 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 memonitoring suatu area pemantauan secara realtime.

Pada tugas akhir ini muncul suatu ide untuk membuat 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.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana mendesain komunikasi data pada Wireless Sensor Network peringatan kebakaran antara node sensor ke sebuah webserver.
2. Bagaimana mendesain webserver dengan interface yang sesuai untuk peringatan kebakaran.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian pada tugas akhir ini bertujuan sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan mikrokontroler dan modul xbee s1 digimesh pada node sensor untuk saling berkomunikasi data peringatan kebakaran secara WSN kepada webserver.
2. Membuat interface webserver pemetaan lokasi kebakaran menggunakan Raspberry Pi.

1.4 Batasan Masalah

Agar dihasilkan tugas akhir yang lebih terfokus, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Modul komunikasi menggunakan xbee s1 digimesh dan webserver diimplementasikan pada Raspberry Pi
2. Penelitian node sensor difokuskan pada desain komunikasi pengiriman sinyal kebakaran kepada webserver

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam penyelesaian tugas akhir ini digunakan metodologi sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dasar teori yang menunjang dalam penulisan tugas akhir. Dasar teori ini dapat diambil dari buku-buku, jurnal, *proceeding*, dan artikel-artikel di internet.

2. Perancangan sistem

Setelah mempelajari literatur yang ada, selanjutnya akan dilakukan perancangan sistem. Perancangan sistem dibagi terdiri atas perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

- a. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu perangkat keras pada node sensor dan perangkat keras pada webserver. Pada node sensor terdiri atas modul komunikasi xbee dan mikrokontroler. Sedangkan pada webserver terdiri atas modul komunikasi xbee dan mini komputer raspberry pi2.

b. Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak dibagi menjadi 2 bagian, yaitu perangkat lunak pada node sensor dan pada webserver. Pada node sensor, perangkat lunak meliputi pembacaan sinyal kebakaran dan pengiriman data kebakaran melalui xbee. Sedangkan pada webserver, perangkat lunak meliputi pembacaan data kebakaran dari modul xbee, pengiriman data ke database, dan menampilkan interface mengenai area kebakaran.

c. Pengujian sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

1. Pengujian perbagian dalam blok kerja dari node sensor dan webserver.
2. Pengujian sistem keseluruhan secara langsung mengenai pengiriman sinyal kebakaran pada node sensor sampai webserver bisa menampilkan interface area kebakaran.

d. Pengolahan data

Melakukan analisa data dari hasil pengujian sistem.

e. Penulisan laporan Tugas Akhir

Tahap penulisan laporan Tugas Akhir dilakukan pada saat tahap pengujian sistem dimulai serta setelahnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- Bab 1 :PENDAHULUAN

Bab ini meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.

- Bab 2 :DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan tentang dasar-dasar teori yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

- Bab 3: PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang perencanaan desain node sensor dan webserver, serta mengenai prosedur pengujian yang dilakukan dalam tugas akhir.

- Bab 4 :PENGUKURAN DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang hasil yang didapat dari pengujian tiap blok sistem secara keseluruhan.

- Bab 5 : PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan meliputi kekurangan-kekurangan pada kerja alat dari hasil analisa serta saran untuk pengembangan ke depan.

1.7 Relevansi

Hasil dari tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat digunakan untuk desain interface dan komunikasi WSN dalam memetakan kebakaran hutan.
2. Sebagai dasar penelitian lebih lanjut, agar dapat lebih dikembangkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kebakaran Hutan

Kebakaran hutan membawa dampak buruk terhadap kelangsungan makhluk hidup. Kebakaran pada hutan disebabkan adanya unsur panas atau api, bahan bakar dan udara. Ketiga unsur tersebut dapat digambarkan dalam bentuk segitiga api. Pada prinsipnya antisipasi kebakaran dilakukan dengan menghilangkan salah satu dari unsur tersebut. Pada dasarnya tindakan pengendalian kebakaran hutan yang paling ideal adalah dengan melakukan pencegahan kebakaran yang disebabkan oleh manusia. Hal ini karena kebakaran hutan di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh manusia, baik karena sebab kelalaian maupun kesengajaan. Pencegahan ini dapat dilakukan melalui upaya pendidikan dan penyuluhan yang terpadu kepada masyarakat agar lebih peduli dan menyadari mengenai bahaya kebakaran, serta dengan berhati-hati dalam melakukan kegiatan yang bisa berpotensi menimbulkan kebakaran hutan, misalnya membuang puntung rokok sembarangan, membuat api di dekat batang kayu kering, atau penebangan liar yang bisa berdampak kemungkinan kebakaran.

Penyuluhan mengenai kebakaran hutan merupakan tindakan pencegahan. Upaya tersebut tentu juga memerlukan dukungan mengenai upaya pemadaman kebakaran hutan yang efektif dan efisien. Upaya pemadaman kebakaran hutan dilakukan dalam 2 tahapan, yaitu tahap mendeteksi dini kebakaran hutan dan tahap pelaksanaan pemadaman. Proses pemadaman kebakaran hutan yang efektif memerlukan proses pendeteksian dini dan sistem pelaporan yang baik. Proses pendeteksian ini memiliki fungsi yang penting karena akan mempengaruhi proses selanjutnya yaitu upaya pemadam api. Pemadaman kebakaran hutan baru bisa dilakukan saat kebakaran hutan dan posisi kebakaran hutan telah diketahui. Oleh karena itu, proses pendeteksian kebakaran hutan secara cepat dan efisien merupakan faktor penting karena dapat menekan kerugian menjadi sekecil mungkin. Proses deteksi kebakaran dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu pertama melalui pelaporan sukarela dari masyarakat. Cara kedua melalui Patroli udara dan penginderaan jarak jauh. Pada penginderaan jarak jauh ini, Indonesia menggunakan satelit NOAA (National Oceanic dan Atmospheric

Administration) melalui pemetaan titik panas dalam waktu tertentu. Namun cara ini juga memiliki kelemahan diantaranya yaitu tidak bisa melihat citra satelit suatu daerah tertentu secara terus menerus, serta sensornya tidak dapat menembus awan, asap dan aerosol, serta sensitif terhadap suhu permukaan bumi dan resolusi yang rendah menyebabkan kemungkinan terjadinya titik panas, misalnya dari cerobong api dari tambang minyak atau gas. Sehingga teknik ini memerlukan peninjauan langsung oleh petugas ke lapangan mengenai data yang disajikan [6]. Cara ketiga melalui patroli darat yang dilakukan secara rutin dengan cara menyalisir area hutan dengan berjalan kaki, bersepeda atau menggunakan kendaraan bermotor. Cara keempat dengan melakukan pemantauan oleh petugas pada menara api atau menara pengawas pada lokasi yang strategis, namun menara pengawas juga memerlukan perlengkapan komunikasi yang efisien kepada pihak berwenang [4].

2.2 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.

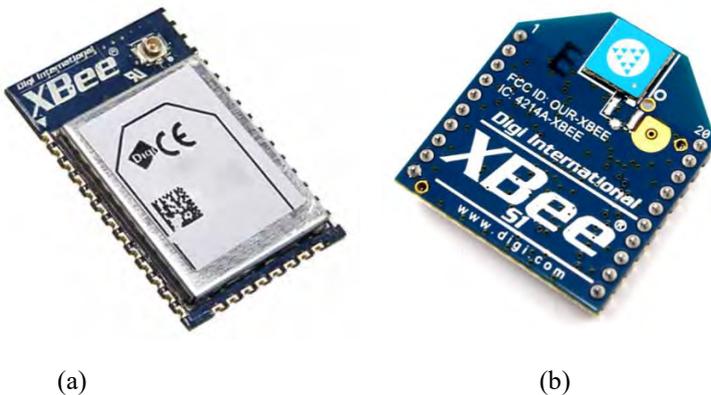
Tabel 2. 1 Jenis antena pada xbee

JENIS ANTENA	PENJELASAN
U.FL antena	Sebuah konektor kecil yang cocok digunakan apabila objek di dalam box dan antena berada diluar box
Chip antena	Antena di print secara langsung pada chip kecil yang berfungsi sebagai antena.
Wire antena	Berbentuk sebuah kabel kecil yang digunakan sebagai antena
PCB antena	Sering disebut trace antena, dibentuk secara langsung pada modul dengan jalur yang bersifat konduktif
RPSMA antena	Sebuah konektor yang lebih umum digunakan. Cocok digunakan apabila objek berada pada box dan antena berada diluar box

Xbee diproduksi dalam berbagai pilihan antenna, diantaranya dengan konektor U.FL antenna, Chip antenna, wire antenna, PCB antenna dan RPSMA antenna. Penjelasan dari setiap antenna pada xbee ditampilkan pada tabel 2.1

2.2.1 Varian Xbee

Xbee diproduksi dalam 2 bentuk modul, yaitu dalam bentuk surface mount dan bentuk through hole. Perbedaan dari keduanya dapat dilihat pada gambar 2.1. Xbee juga diproduksi dalam varian Xbee reguler dan Xbee Pro pada frekuensi 2.4 GHz. Perbedaan dari keduanya terletak pada 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 2.2. [7]



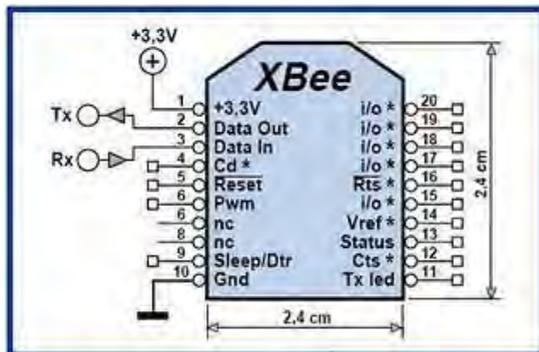
Gambar 2.1 (a) Xbee surface mount (b) Xbee through hole

Tabel 2. 2 Spesifikasi jangkauan modul xbee *line of sight*

Jenis Xbee	Jangkauan Modul <i>Line Of Sight</i>	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

2.2.2 Konfigurasi Pin Xbee

Modul Xbee memiliki 20 pin yang setiap pin memiliki fungsi tertentu. Xbee disuplai dengan daya 3.3 Volt dan melakukan komunikasi data input dan output menggunakan serial (UART). Pinout dari modul xbee dilihat dari atas modul dapat dilihat pada gambar 2.2 dan penjelasan dari setiap pin modu xbee dapat dilihat pada tabel 2.3



Gambar 2. 2 Pinout xbee

Tabel 2. 3 Penjelasan pinout modul xbee

Pin	Nama	Penjelasan
1	Vcc	Power suplai
2	Tx	UART data out
3	Rx	UART data in
4	DIO 8	Digital output 8
5	Reset	Reset
6	PWM 0	PWM output 0
7	PWM 1	PWM output 1
8	Reserved	Not connect
9	Sleep	Pin sleep
10	Gnd	Ground
11	DIO 4	Digital I/O 4
12	CTS	Clear to send
13	ON SLEEP	Status indikator
14	VREF	Tegangan Referensi ADC
15	DIO 5	Digital I/O 5
16	RTS	Request to Send Flow Control
17	DIO 3	Digital I/O 3
18	DIO 2	Digital I/O 2
19	DIO 1	Digital I/O 1
20	DIO 0	Digital I/O 0

2.2.3 Spesifikasi Xbee S1 Digimesh 2.4 GHz

Xbee S1 merupakan salah satu varian dari jenis xbee. Proses komunikasi antar modul xbee s1 berada pada frekuensi 2.4 GHz. Xbee ini mendukung protokol jaringan digimesh. Dengan protokol digimesh ini, setiap modul xbee mendukung komunikasi secara peer-to-peer jaringan mesh. Spesifikasi performa dari modul ini dapat dilihat pada tabel 2.4, fitur yang dimiliki oleh modul xbee dapat dilihat pada tabel 2.5, spesifikasi jaringan yang digunakan untuk berkomunikasi dapat dilihat pada tabel 2.6, serta spesifikasi daya yang digunakan pada xbee dapat dilihat pada tabel 2.7 [8]

Tabel 2. 4 Spesifikasi performa xbee s1 digimesh

Spesifikasi Performa Xbee S1	Deskripsi
RF Data Rate	250 Kbps
Indoor/Urban Range	30 m
Outdoor/RF Line of sight Range	90 m
Transmit Power	1 mW (0 dBm)
Receiver Sensitivity(1% PER)	-92 dBm

Tabel 2. 5 Spesifikasi fitur xbee s1 digimesh

Spesifikasi Fitur Xbee S1	Deskripsi
Serial data interface	3.3 V CMOS serial UART
Metode konfigurasi	Mode AT dan API
Frekuensi band	2.4 GHz ISM
Serial data rate	Maksimal 115.2 Kbps
Digital I/O	13
ADC input	6 buah 10-bit ADC

Tabel 2. 6 Spesifikasi jaringan xbee s1 digimesh

Spesifikasi Jaringan	Deskripsi
Metode addressing	PAN ID, Channel, 64-Bit Address
Channel	16
Realible packet delivery	Retries/Ack
Enkripsi	128-Bit AES

Tabel 2. 7 Spesifikasi daya xbee s1 digimesh

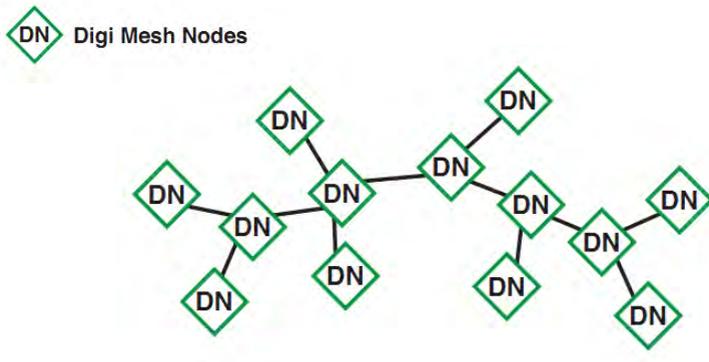
Spesifikasi Daya	Deskripsi
Tegangan Suplai	2.8 Volt – 3.4 Volt
Arus Tx	45 mA
Arus Rx	50 mA
Arus power Down	<50 uA

2.2.4 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 2.3 [9].

Protokol 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)
- Proses pembuatan tabel routing data hanya dilakukan saat dibutuhkan
- Node dapat dihubungkan dan dicopot dari jaringan dengan mudah
- Menggunakan ACK untuk memastikan pengiriman data [10].



Gambar 2. 3 Protokol digimesh [9]

2.2.5 Parameter Jaringan Digimesh

Dalam menghubungkan setiap node agar terhubung dalam satu jaringan, maka ada beberapa parameter yang digunakan yaitu MAC address, PAN ID, Node Identifier, serta Channel. Penjelasan detail dari setiap bagian adalah seperti berikut [10] :

a. MAC Address

Setiap produk xbee digimesh yang diproduksi memiliki MAC address yang berbeda. MAC ini merupakan alamat dari setiap node xbee yang memiliki panjang data 64 bit. MAC address digunakan apabila modul xbee ingin mengirimkan data hanya ke modul xbee tertentu yang memiliki MAC address yang ditunjukkan.

b. PAN ID

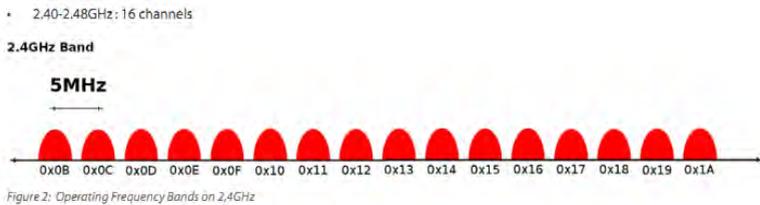
PAN ID adalah id jaringan sepanjang 16 bit yang akan mengidentifikasi jaringan. PAN ID ini harus unik karena membedakan jaringan satu dengan lainnya. Untuk terhubung membentuk satu jaringan yang sama, maka node harus menggunakan PAN ID yang sama

c. Node Identifier

Node identifier merupakan identitas dari suatu node pada application layer. Node Identifier dilambangkan dengan karakter ASCII dengan panjang maksimal 20 karakter. Node Identifier ini diperlukan untuk mempermudah user dalam mengidentifikasi node

d. Channel

Channel merupakan parameter yang digunakan untuk mendefinisikan frekuensi channel mana yang digunakan untuk melakukan transmisi data. Pada xbee s1 digimesh dengan frekuensi 2.4 GHz ini memiliki 16 channel yang terbagi pada frekuensi 2.4 GHz sampai 2.48 GHz. Sehingga terdapat 80 MHz range frekuensi yang dibagi menjadi 16. Antar channel memiliki jarak 5 MHz. Gambaran dari channel xbee dapat dilihat pada gambar 2.4



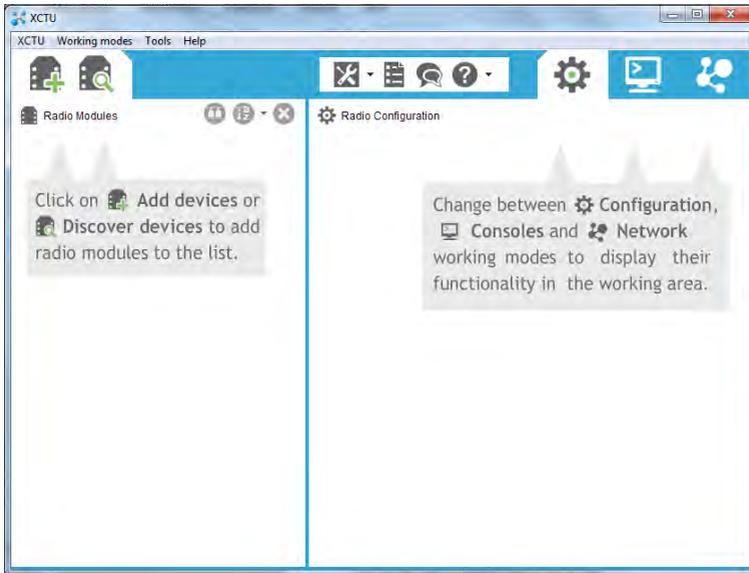
Gambar 2. 4 Channel xbee S1 2.4 GHz digimesh

2.2.6 Proses Routing Data Digimesh

Sebuah modul xbee dalam membentuk jaringan mesh harus mendefinisikan jalur routing data menggunakan algoritma routing dan tabel. Algoritma routing pada digimesh menggunakan sistem AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector). Untuk membuat routing tabel, maka sebuah node akan mengirimkan sebuah pesan yang dikirim secara broadcast ke node yang berada di sekelilingnya. Pada saat node sumber tidak memiliki routing ke alamat node tujuan, maka ia akan mengirim sinyal routing request (RREQ). Setiap node yang menerima RREQ namun bukan merupakan node tujuan, maka ia disebut node tengah. Node tengah ini akan membuang atau mengirim ulang RREQ ini bergantung pada RREQ yang lain apabila memiliki rotuing data yang yang baik ke node asal. Apabila baik, maka informasi RREQ akan diupdate dan disimpan, serta dibroadcast ulang. Ketika yang menerima RREQ adalah node tujuan maka ia akan mengirimkan sinyal RREP yang berisi routing balasan untuk kembali ke node asal. Kemudian data inilah yang akan dibandingkan untuk membentuk routing data antara node asal dan node tujuan [10].

2.2.7 XCTU

XCTU merupakan software yang dikembangkan oleh Digi International. Software ini berfungsi untuk mengatur konfigurasi dari modul Xbee yang diproduksinya. Selain itu, software ini juga mendukung untuk melakukan serangkaian test untuk keperluan modul Xbee yang dikembangkannya, misalnya test range modul, test spectrum modul, dan test throughput dari modul. Interface awal dari program XCTU dapat dilihat pada gambar 2.5

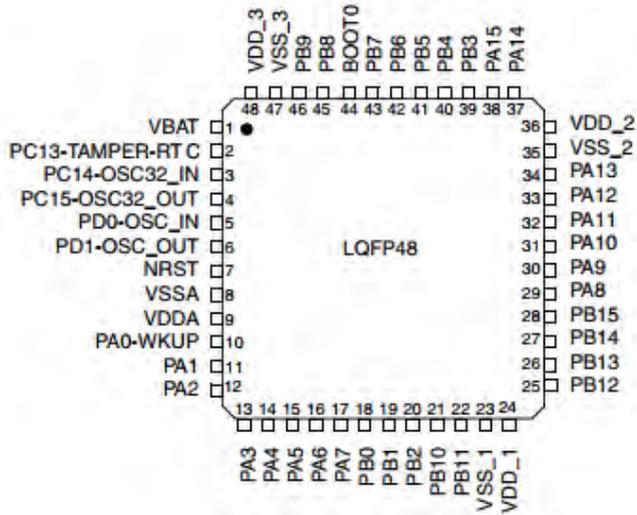


Gambar 2. 5 Tampilan XCTU

2.3 Mikrokontroler STM32F103C8

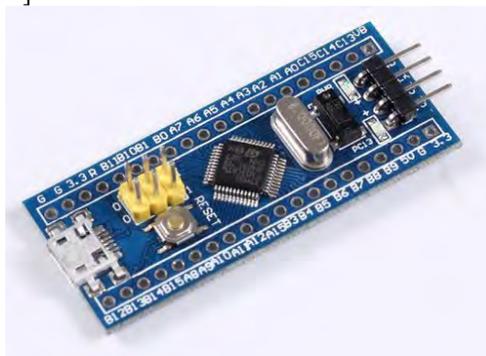
Mikrokontroler STM32F103C8 merupakan golongan STM32 berbasis ARM Cortex M3 prosesor 32 bit. Mikrokontroler ini termasuk dalam kategori performa menengah pada golongan STM32. Mikrokontroler STM32F103C8 memiliki frekuensi clock maksimum sebesar 72 MHz. Memiliki 64 Kbyte flash memory dan 20 Kbyte SRAM, serta tegangan suplai 2 Volt sampai 3.6 Volt. 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



Gambar 2. 6 STM32F103C8 48 LQFP48 pinout

Pada mikrokontroler STM32F103C8 diproduksi pada varian jumlah pin yang berbeda, yaitu 100 pin, 64 pin, 48 pin, dan 36 pin. Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan STM32F103C8 dengan jumlah kaki 48 pin. Skematik dari mikrokontroler tersebut dapat dilihat pada gambar 2.6 [11]



Gambar 2. 7 Development board STM32F103C8

Untuk mempermudah dalam mengaplikasikan mikrokontroler ini, maka digunakan developmentboard yang memiliki hardware pendukung mikrokontroler STM32F103C8 dalam bekerja. Development board yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.7

2.4 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.

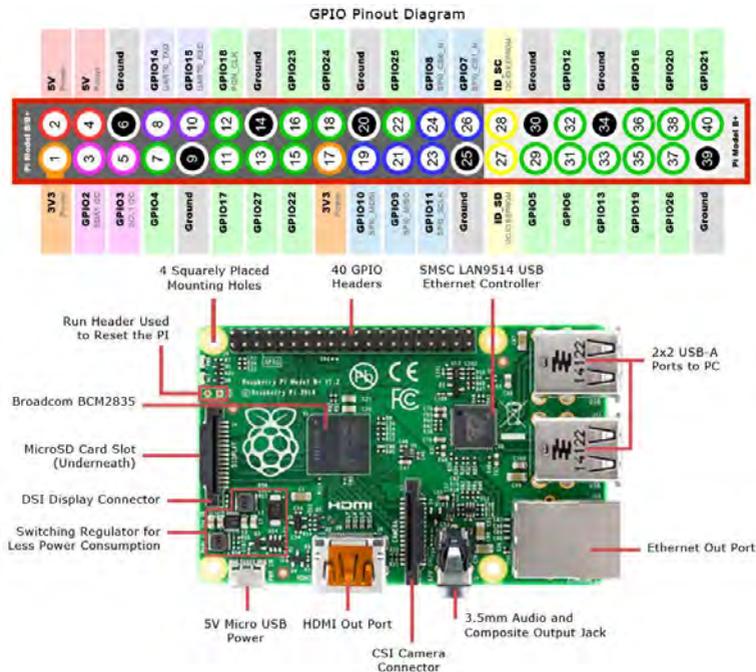
Fitur tambahan yang terdapat pada raspberry yaitu :

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

Mini komputer raspberry pi 2 dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2. 8 Raspberry Pi 2



Gambar 2. 9 Raspberry Pi 2 Pinout

Mini komputer Raspberry Pi 2 mendukung adanya sistem operasi di dalamnya. Pada tugas akhir ini menggunakan sistem operasi linux yaitu Jessie. Sistem operasi ini bersifat open source, sehingga setiap orang bebas menggunakannya secara gratis. Raspberry pi ini memiliki 40 pin GPIO yang dapat membaca atau menuliskan sinyal input dan output berupa digital. Penjelasan mengenai pinout pada raspberry pi 2 ini dapat dilihat pada gambar 2.9 [12]

2.5 Webserver

Webserver merupakan sebuah perangkat lunak dalam server yang berfungsi menerima permintaan (request) berupa halaman web melalui HTTP atau HTTPS dari klien yang dikenal dengan browser web dan mengirimkan kembali (respon) hasilnya dalam bentuk halaman-halaman

web yang umumnya berbentuk dokumen HTML. Pemrograman web dikompilasi menggunakan bahasa PHP dengan kelebihan yaitu : cepat, gratis, mudah dipelajari, multi-platform, aman, serta telah banyak komunitas PHP. Webserver biasa dibangun dengan kombinasi dari bahasa pemrograman PHP, Java Script, dan HTML. Pengolahan database webserver menggunakan MySQL.

PHP merupakan sebuah bahasa pemrograman yang dipakai dalam pemrograman web. PHP programmer untuk membuat sebuah server dapat men-generate dynamic output pada saat suatu browser meminta halaman web. PHP ini juga berisi perintah untuk mengambil data dari sebuah database ke halaman website.

Java Script merupakan sebuah bahasa pemrograman yang dipakai dalam pemrograman web. Fungsi dari Java Script ini untuk memberikan suatu fungsi yang dinamis pada suatu website. Misalnya untuk menampilkan pop-up, text berwarna, ataupun suatu gambar kedalam website.

HTML merupakan suatu format dasar dalam penulisan suatu desain halaman web. Dalam pembuatan website diperlukan beberapa bahasa pemrograman yaitu PHP, MySQL, Java Script, CSS. Bahasa tersebut digabungkan kedalam satu file HTML [13].

MySQL merupakan sistem management database yang paling populer pada sebuah webserver. MySQL dapat digunakan secara gratis dibawah lisensi GPL (General Public License). MySQL memiliki beberapa kelebihan, yaitu :

- Dapat berjalan pada berbagai operating sistem
- Dapat digunakan oleh beberapa user secara bersamaan
- Mampu menangani basis data dalam skala besar
- Memiliki interface terhadap berbagai aplikasi dan bahasa pemrograman menggunakan fungsi API (Application Programming Interface)

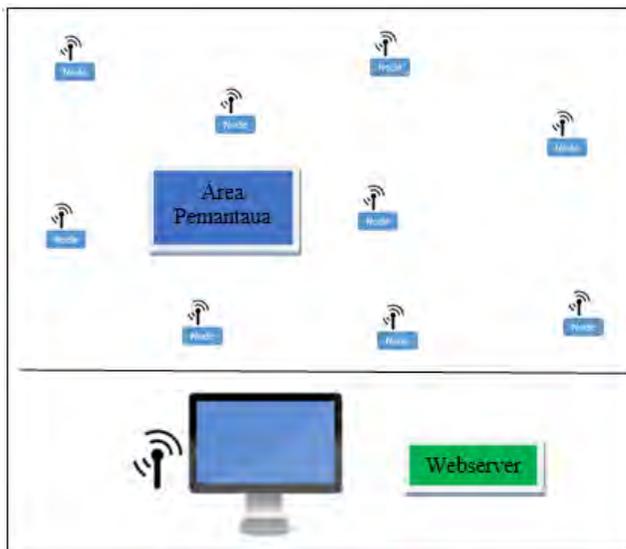
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem pada desain wireless sensor network dan Webservice untuk pemetaan kebakaran terdiri atas diagram cara kerja sistem, rancangan pengujian, serta perencanaan hardware yang terdiri dari 2 bagian besar, yaitu perancangan pada node sensor dan perancangan pada webservice. Penjelasan dari setiap bagian tersebut akan dijelaskan secara detail pada bab ini.

3.1 Diagram 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 dan memiliki jarak yang bervariasi antara setiap node sensor dengan sebuah webservice.

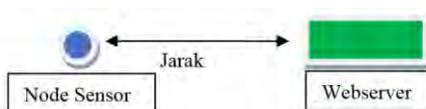


Gambar 3. 1 Posisi sebaran node sensor dan webservice

Posisi jarak node sensor ke webserver ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu node sensor yang dekat dengan webserver dan node sensor yang jauh dari webserver. Penjelasan komunikasi dari masing-masing node sensor tersebut adalah sebagai berikut :

3.1.1 Node Sensor Dekat dengan Webserver

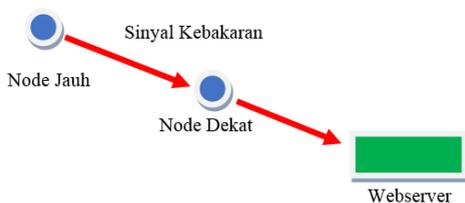
Saat node sensor dan webserver masih dalam jangkauan RF modul xbee, maka pengiriman data sinyal kebakaran dari node sensor dapat dikirim secara langsung dari node sensor kepada webserver.



Gambar 3. 2 Komunikasi jarak dekat node sensor dan webserver

3.1.2 Node Sensor Jauh dari Webserver

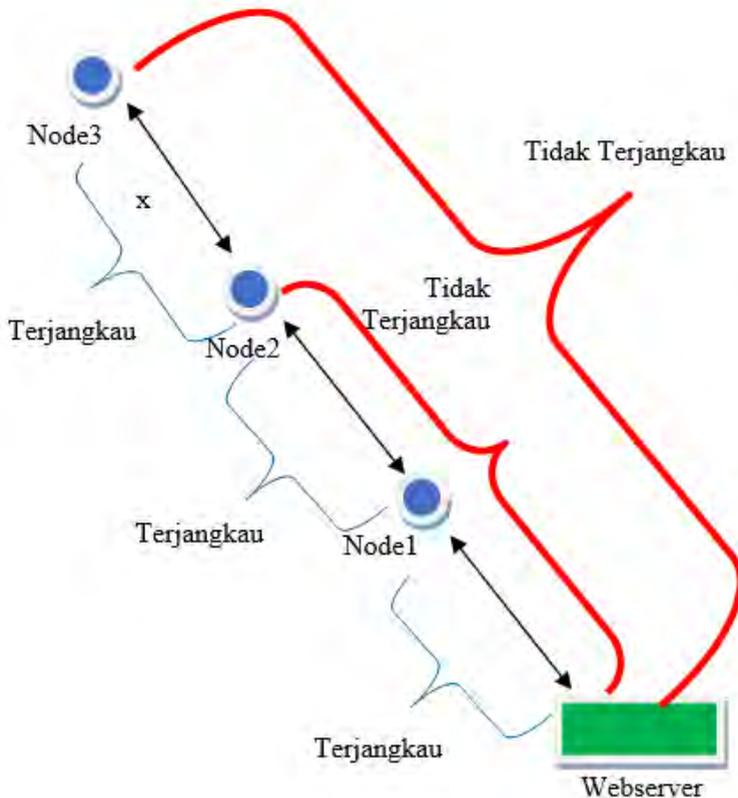
Saat node sensor dan webserver berada pada jarak yang cukup jauh, maka node sensor tidak dapat langsung mengirimkan data sinyal kebakaran secara langsung ke webserver. Namun pada posisi ini node sensor satu dengan node sensor lainnya masih dalam jangkauan RF modul xbee. Sehingga proses pengiriman data sinyal kebakaran dari node yang jauh akan mengirimkan data sinyal kebakaran ke node yang lebih dekat, node yang lebih dekat, akan mengirimkan ulang data ke node yang lebih dekat dengan webserver, dan terus berulang sampai data sinyal kebakaran tersebut sampai kepada webserver.



Gambar 3. 3 Komunikasi jarak jauh dari node sensor ke webserver

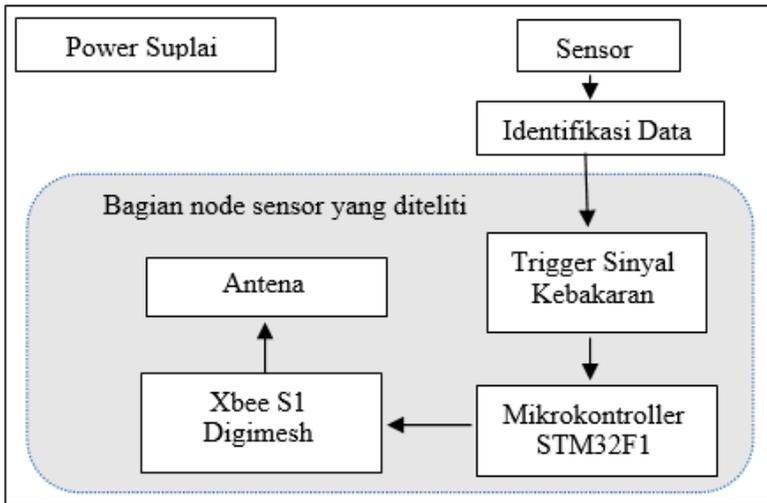
3.2 Rancangan Pengujian Komunikasi Sistem

Untuk mensimulasikan komunikasi antara node sensor dan webserver dalam mengirimkan sinyal kebakaran serta jangkauan node sensor dekat dan node sensor jauh dalam proses komunikasi, maka dalam tugas akhir ini dibuat 3 buah node sensor dan sebuah webserver. 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 webserver. Skema pengujian komunikasi dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Skema pengujian komunikasi

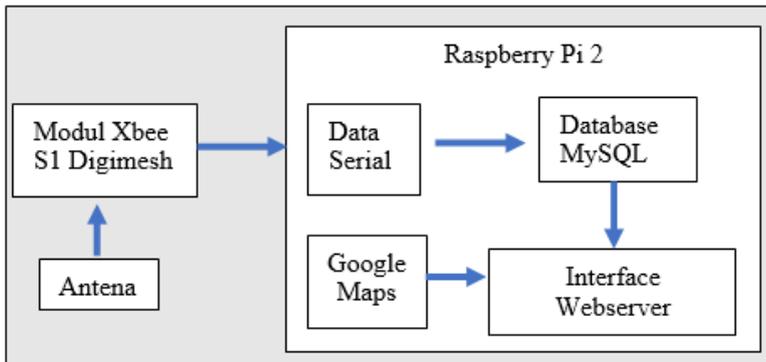
3.3 Diagram Blok Node Sensor



Gambar 3. 5 Blok diagram node sensor

Secara umum node sensor terdiri atas power suplai, sensor pendeteksi kebakaran, kontroller, modul komunikasi dan antena. Pada tugas akhir penggunaan node sensor difokuskan pada proses komunikasi. Proses komunikasi ini diimplementasikan menggunakan 3 buah node sensor, yaitu node sensor 1, node sensor 2, dan node sensor 3. Ketiga node sensor memiliki fungsi utama yang sama yaitu mengirimkan sinyal kebakaran melalui modul RF Xbee. Setiap node sensor akan mengirim sinyal kebakaran saat diberikan trigger oleh suatu pulsa tertentu. Pada tugas akhir ini, trigger sinyal menggunakan push button. Push button ini dikonfigurasi sehingga dapat mentrigger tanda kebakaran dan juga dapat mereset sinyal kebakaran dengan variasi timing tertentu. Trigger ini akan masuk ke mikrokontroller STM32F103C8 dan akan mengirimkan paket data ke RF modul Xbee melalui komunikasi serial (UART). Kemudian Xbee akan mengirimkan sinyal tersebut sampai ke webserver. Diagram blok pada node sensor ditunjukkan pada gambar 3.5

3.4 Diagram Blok Webservice



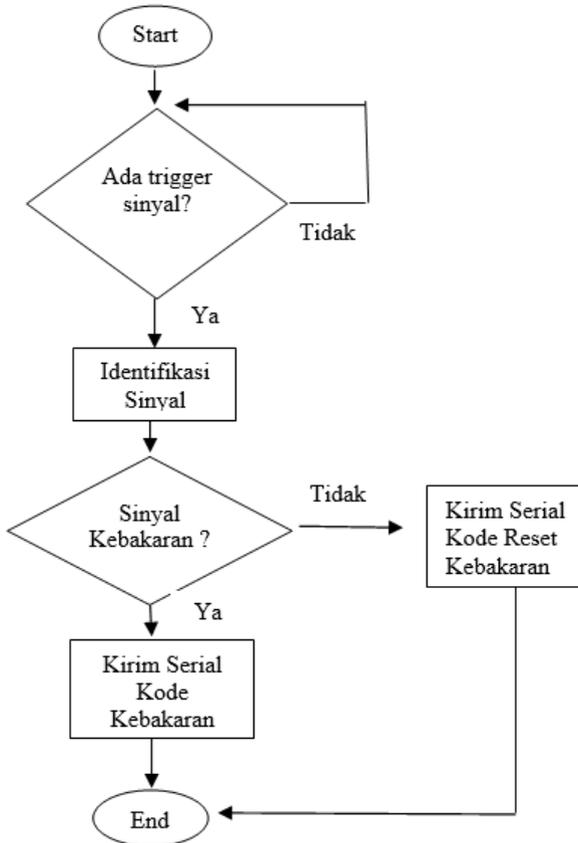
Gambar 3. 6 Blok diagram webserver

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 kedalam hardware mini komputer berupa Raspberry Pi2. Pada webserver ini semua data sinyal kebakaran yang diterima oleh webserver kemudian disimpan kedalam sebuah database. Webserver menerima data sinyal kebakaran dari modul RF xbee yang terpasang didalamnya dan berkomunikasi secara serial (UART). Data yang diterima kemudian disimpan kedalam 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 3.6.

3.5 Perencanaan Cara Kerja Node Sensor

Logika dari pengolahan data pada node sensor dilakukan oleh mikrokontroler STM32F103C8. Mikrokontroler ini merupakan otak dari node sensor yang bertugas untuk menerima sinyal kebakaran, membentuk format data kebakaran, serta mengirimkan sinyal kebakaran

melalui modul xbee. Pemrograman cara mikrokontroller dilakukan dengan compiler online dari sebuah website <https://developer.mbed.org/compiler/> . Website tersebut menyediakan compiler untuk melakukan pemrograman mikrokontroller jenis STM32. Pemrograman dilakukan dengan bahasa pemrograman C++. Diagram alir dari mikrokontroller dapat dilihat pada gambar 3.7.



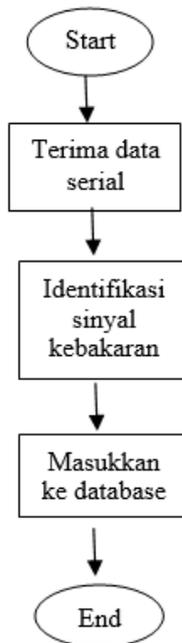
Gambar 3. 7 Diagram alir program mikrokontroller

3.6 Perencanaan Cara Kerja Webserver

Raspberry pi merupakan perangkat pengolah data yang terdapat pada webserver. Proses yang dilakukan pada webserver dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengolahan sinyal kebakaran pada webserver dan interface pada webserver.

3.6.1 Pengolahan Sinyal Kebakaran

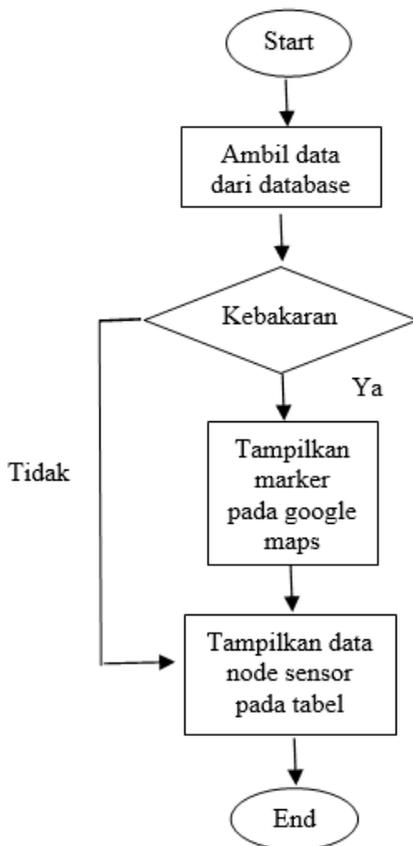
Proses ini dilakukan dengan menerima data serial dari xbee. Kemudian data tersebut diidentifikasi apakah merupakan sinyal kebakaran atau bukan. Kemudian mengirimkan data tersebut ke database. Diagram alir yang berisi cara kerja tersebut dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Diagram alir pengolahan sinyal kebakaran pada webserver

3.6.2 Interface Webservice

Setelah data dari node sensor sampai ke database, maka proses selanjutnya adalah menampilkan interface dari kondisi setiap node sensor pada sebuah webservice. Urutan instruksi dalam pembuatan interface pada raspberry pi ini dilakukan dengan urutan instruksi seperti flowchart pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Diagram alir interface webservice

BAB IV

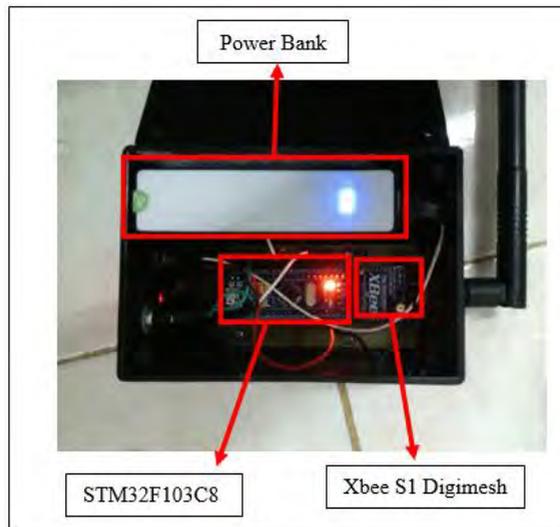
PENGUKURAN DAN ANALISIS SISTEM

4.1 Realisasi Perangkat Keras

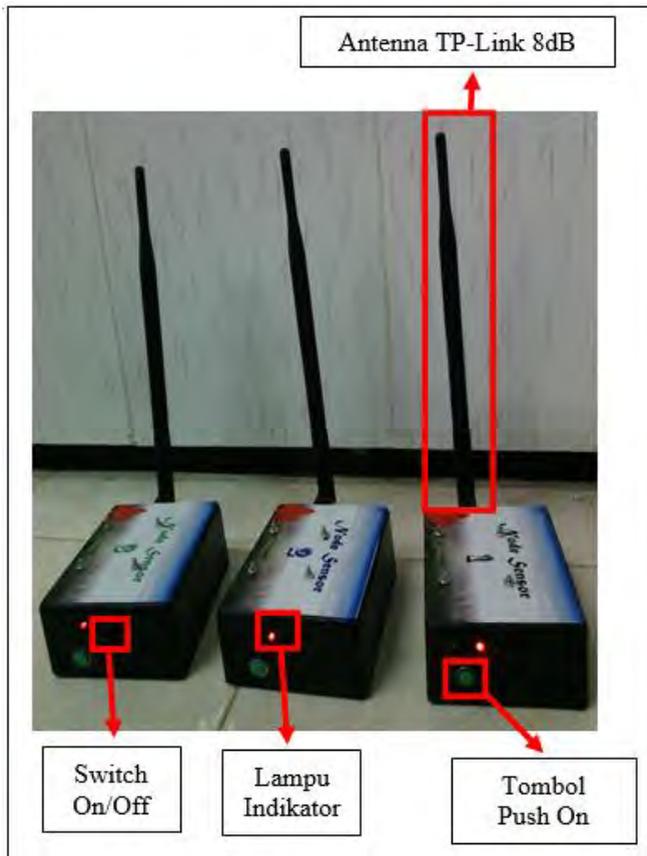
Perangkat keras sistem dibagi menjadi 2 bagian, yaitu realisasi perangkat keras node sensor dan realisasi perangkat keras webserver. Berikut adalah penjelasan setiap bagian.

4.1.1 Realisasi Perangkat Keras Node Sensor

Perangkat keras pada node sensor terdiri atas modul RF berupa Xbee S1 dengan protokol digimesh untuk berkomunikasi, sebuah mikrokontroller STM32F103C3 digunakan untuk pemrosesan data, sebuah tombol sebagai trigger sinyal kebakaran, lampu led 3mm sebagai indikator, dan sebuah power bank sebagai power supply. Semua device pada node sensor digabung pada sebuah kotak seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Node sensor tampak dalam



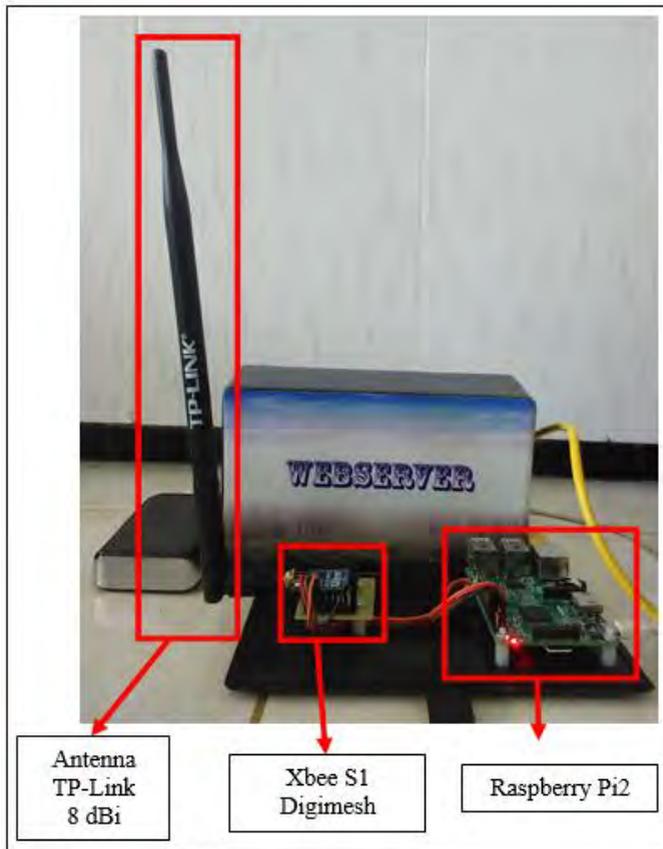
Gambar 4. 2 Node sensor tampak luar

4.1.2 Realisasi Perangkat Keras Webservice

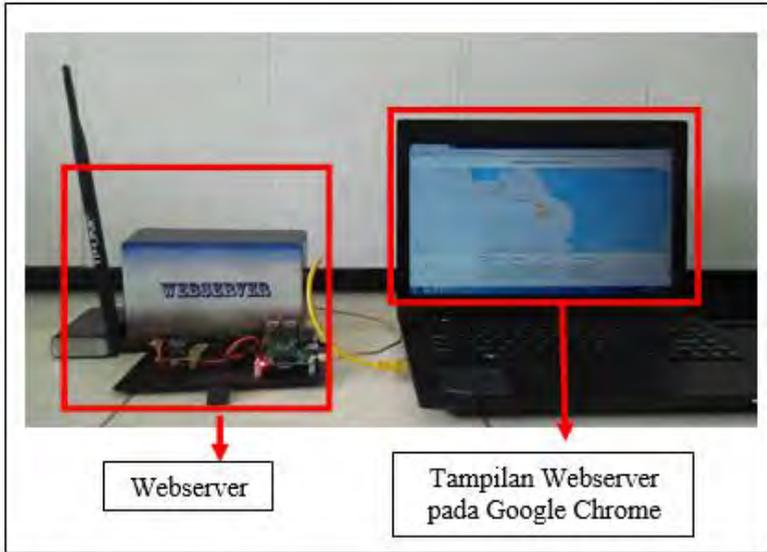
Perangkat keras pada webservice terdiri atas modul Xbee S1 Digimesh yang digunakan untuk menerima sinyal kebakaran, Raspberry Pi2 yang digunakan untuk menerima sinyal dan mengolahnya pada database MySQL, serta untuk interface lokalisasi kebakaran.

Untuk melihat hasil interface pada webservice secara localhost, maka raspberry pi dihubungkan dengan komputer menggunakan

menggunakan kabel LAN. Raspberry pi telah diset memiliki alamat IP tetap, yaitu 192.168.137.100. Setelah terhubung, maka untuk melihat hasil webservice, komputer perlu membuka aplikasi web browser seperti Mozilla Firefox, Google Chrome atau Internet Explorer. Pada tugas akhir ini menggunakan web browser menggunakan Google Chrome. Kemudian mengetikkan alamat 192.168.137.100/monitoring_wsn.php. Hasil Realisasi dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan hasil pembacaan interface webservice dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4. 3 Realisasi webservice



Gambar 4. 4 Tampilan websserver dilihat melalui komputer

4.2 Pengiriman Sinyal Kebakaran Node Sensor

4.2.1 Setting Xbee Digimesh

Agar setiap modul xbee s1 digimesh dapat terkoneksi membentuk satu jaringan, maka perlu dilakukan pemrograman setting xbee menggunakan program XCTU. Untuk dapat berkomunikasi dengan xbee, maka komputer dihubungkan secara serial pada xbee dengan setting komunikasi baud rate 9600, data bit=8, tanpa parity, dan menggunakan sebuah stop bit.

Kemudian Setiap Xbee yang digunakan, disetting pada Operating Channel dan Network ID yang sama agar dapat terhubung dalam sebuah protokol digimesh. Untuk mendapatkan noise yang seminimal mungkin, maka dilakukan pengujian spectrum analyzer. Pengujian ini dilakukan pada 16 channel yang ada pada xbee digimesh s1. Dengan menerima parameter yang diuji sebanyak 100 data yang dibaca. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spektrum dengan noise terendah berada pada CH3. Namun nilai rata-rata dari noise terendah terdapat pada CH0 dan CH1.

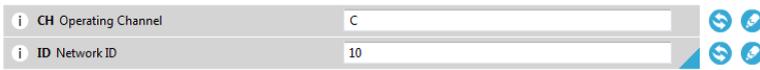


Gambar 4. 5 Pengujian channel xbee

Nilai channel yang digunakan adalah channel dengan rata-rata noise yang paling rendah. Maka CH0 dan CH1 yang memenuhi hal tersebut. Jika hasil ini dikonversi seperti tabel konversi channel maka, CH0 terletak pada channel 0x0B. Sedangkan CH1 terletak pada channel 0x0C. Pada tugas akhir ini menggunakan Operating Channel = C. Parameter lain dalam pengaturan xbee adalah Network ID Xbee. Pada tugas akhir ini digunakan Network ID=10.

Tabel 4. 1 Konversi channel ke frekuensi xbee

Channel Number	Frequency
0x0B – Channel 11	2,400 – 2,405 GHz
0x0C – Channel 12	2,405 – 2,410 GHz
0x0D – Channel 13	2,410 – 2,415 GHz
0x0E – Channel 14	2,415 – 2,420 GHz
0x0F – Channel 15	2,420 – 2,425 GHz
0x10 – Channel 16	2,425 – 2,430 GHz
0x11 – Channel 17	2,430 – 2,435 GHz
0x12 – Channel 18	2,435 – 2,440 GHz
0x13 – Channel 19	2,440 – 2,445 GHz
0x14 – Channel 20	2,445 – 2,450 GHz
0x15 – Channel 21	2,450 – 2,455 GHz
0x16 – Channel 22	2,455 – 2,460 GHz
0x17 – Channel 23	2,460 – 2,465 GHz
0x18 – Channel 24	2,465 – 2,470 GHz
0x19 – Channel 25	2,470 – 2,475 GHz
0x1A – Channel 26	2,475 – 2,480 GHz



Gambar 4. 6 Setting jaringan pada xbee

4.2.2 Pemrograman Mikrokontroler pada Node Sensor

Proses pertama yang dilakukan oleh mikrokontroler adalah menerima trigger sinyal kebakaran. Proses trigger ini dilakukan melalui tombol dengan melakukan penekanan dalam selang waktu tertentu seperti berikut.

- tombol < 1 detik : trigger kebakaran kecil
- 1 < tombol < 2 detik : trigger kebakaran sedang.

- $2 < \text{tombol} < 3$ detik : trigger kebakaran besar
- $3 \text{ detik} < \text{tombol}$: trigger mereset kebakaran

Untuk melakukan hal tersebut maka menggunakan program yang dimasukkan kedalam procedure trigger_tombol. Kode yang digunakan dalam procedure trigger_tombol dapat dilihat seperti berikut :

```
void trigger_tombol()
{
  if(tombol)
  {
    counter=0;
    while(tombol)
    {
      counter+=1;
      wait(0.01);
      if (counter<100)
      {led=1;status=1;} //Kebakaran Kecil
      else
      {
        if (counter<200)
        {led=0; status=2;} //Kebakaran Sedang
        else
        { if(counter<300)
          {led=1; status=3;} //Kebakaran Besar
          else{led=0; status=0;}
        }
      }
    }
  }
  kirim_sinyal();
}
```

Tabel 4. 2 Format pengiriman sinyal kebakaran

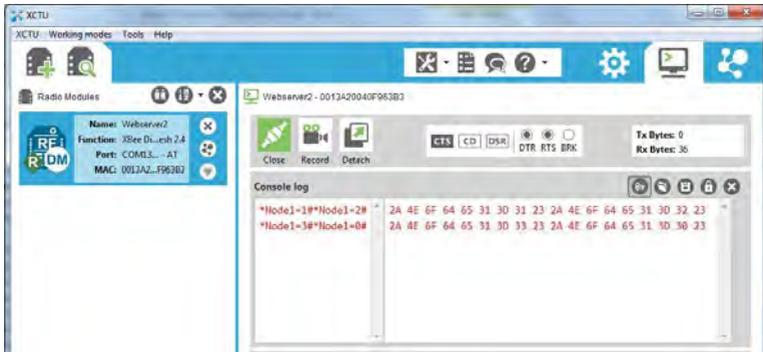
awal data	pengirim	pemisah	data kebakaran	akhir data
*	Node(1,2,3)	=	(0,1,2,3)	#

Proses identifikasi sinyal menggunakan variable status. Status 0 sinyal reset kebakaran, status 1 sinyal kebakaran kecil, status 2 sinyal kebakaran sedang, dan status 3 sinyal kebakaran besar. Kemudian data tersebut dikirimkan pada prosedur kirim_sinyal. Pada prosedur tersebut data dipaketkan dalam suatu format seperti pada tabel 4.2. Kemudian diberikan tanda led on-off menyala beberapa kali sesuai status sinyal kebakaran.

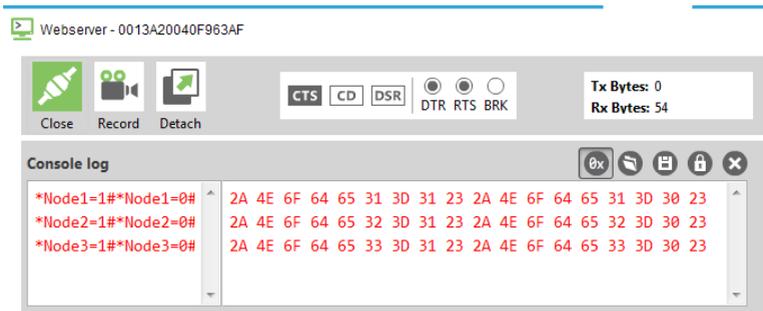
```
Void kirim_sinyal()
{
    sc1.printf("**Node1=%c#",status);
    for(i=0;i<=status;i++)
    {
        led=1;wait(0.3);
        led=0;wait(0.3);
    }
}
```

4.2.3 Pengujian Pengiriman Data Kebakaran

Pengujian dilakukan pada software XCTU yang dikembangkan oleh Digi International. Sebuah xbee dihubungkan dengan komputer melalui komunikasi serial. Setiap node sensor melakukan proses untuk mengirimkan sinyal kebakaran dan mereset sinyal kebakaran. Dari hasil percobaan didapatkan hasil bahwa node sensor 1, node sensor 2, dan node sensor 3 dapat mengirimkan sinyal kebakaran dan reset sinyal kebakaran. Pada sisi sebelah kanan adalah kode hexadecimal dari data yang dikirim. Sedangkan pada sisi kiri adalah hasil interpretasi kode hexadecimal tersebut kedalam format ASCII. Hasil pengujian pengiriman komunikasi sinyal kebakaran pada node sensor dapat dilihat pada gambar 4.7 dan gambar 4.8



Gambar 4. 7 Pengujian data kebakaran pada node sensor 1



Gambar 4. 8 Pengiriman kebakaran dari ketiga node sensor

4.3 Pengolahan Data Pada Webserver

Semua data yang dikirim oleh node sensor akan diterima oleh webserver melalui modul komunikasi xbee. Untuk menerima data dan mengirimkannya kepada database maka digunakan software python. Pemrograman pada python didahului dengan menginisiasi komunikasi serial yaitu pada port 'dev/ttyAMA0' pada raspberry dengan baudrate 9600, tanpa parity, stop bit 1, dan ukuran data 8 bit.

```
Ser = serial.Serial(
    port='/dev/ttyAMA0',
    baudrate = 9600,
    parity=serial.PARITY_NONE,
    stopbits=serial.STOPBITS_ONE,
    bytesize=serial.EIGHTBITS,
    timeout=1)
```

Setelah inisiasi selesai, maka dilakukan program pembacaan serial dan memasukkan data serial tersebut kedalam variabel `baca_node` . Kemudian variabel `baca_node` akan di cek struktur format data yang dikirim. Awal data berupa tanda “*” dan akhir data berupa tanda “#” serta pemisah menggunakan tanda “=”. Apabila sudah sesuai, maka data dilakukan pembacaan `node pengirim` dan `status_node` . Pada titik ini akan dikonversikan lagi data pada variabel `status_node` , yaitu nilai 0 menunjukkan kondisi baik, nilai 1 menunjukkan kebakaran kecil, nilai 2 menunjukkan kebakaran sedang, dan nilai 3 menunjukkan kebakaran besar.

```
While 1:
    node_pengirim=""
    status_node=""
    baca_node=ser.readline()
    if (baca_node[0:1]== '*'): #cek awal data
        if (baca_node[-1:] == '#'): #cek akhir data
            if (baca_node[-3:-2] == '='): #cek format data
                node_pengirim = baca_node[1:-3] #data node pengirim
                if(baca_node[-2:-1]=='0'): #data status node
                    status_node='Baik'
                elif(baca_node[-2:-1]=='1'):
                    status_node='Kebakaran Kecil'
                elif(baca_node[-2:-1]=='2'):
                    status_node='Kebakaran Sedang'
                elif(baca_node[-2:-1]=='3'):
                    status_node='Kebakaran Besar'

                db = MySQLdb.connect(("localhost", "root", "raspberry", "TA"))
                curs=db.cursor()
                if(node_pengirim=='Node1'):
```

```

        database_node_1()
    if(node_pengirim=='Node2'):
        database_node_2()
    if(node_pengirim=='Node3'):
        database_node_3()
db.close()

```

Kemudian dilakukan koneksi ke database dan memasukkan data status node sesuai dengan node pengirim. Proses memasukkan database dilakukan menggunakan procedure. Pada tahap ini, setiap node sensor diberikan lokasi database posisi koordinat peta secara statik yaitu posisi latitude dan longitude. Node 1 berada pada daerah sekitar Intitut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), node 2 berada pada daerah Dr Soetomo dan node 3 berada pada daerah Universitas Hang Tuah. Penggunaan posisi yang statik melalui database ini dilakukan karena setiap node sensor pada area pemantauan untuk lokalisasi kebakaran hutan akan memiliki tempat yang tetap. Sehingga untuk proses efisiensi posisi node sensor di inisiasi menggunakan database.

```

Def database_node_1():    # Memasukkan ke database
    curs.execute("INSERT INTO
        node1_monitoring(latitude,longitude,status) values(-
        7.2754838,112.7868656,%s)",(status_node,))    #ITS
    db.commit()

def database_node_2():    # Memasukkan ke database
    curs.execute("INSERT INTO
        node2_monitoring(latitude,longitude,status) values(-
        7.2727602,112.7775216,%s)",(status_node,))    #Dr Soetomo
    db.commit()

def database_node_3():    # Memasukkan ke database
    curs.execute("INSERT INTO
        node3_monitoring(latitude,longitude,status) values(-
        7.2934309,112.7899221,%s)",(status_node,))    #Univ Hang Tua
    db.commit()

```

Setelah memasukkan program, maka dilakukan perintah db.commit untuk menyimpan data secara permanen ke database. Proses mengambil

data serial dan memasukkan ke database ini akan dilakukan secara berulang.

Database pada tugas akhir ini terdiri dari tiga tabel bernama `node1_monitoring`, `node2_monitoring`, dan `node3_monitoring`. Setiap tabel tersebut merepresentasikan data dari setiap node sensor, yaitu node sensor 1, node sensor 2, dan node sensor 3. Pada Setiap tabel berisi kolom nomor, latitude, longitude, status, dan waktu kedatangan data. Gambar 4.9 adalah hasil dari pembacaan database pada `node1_monitoring`.

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

Gambar 4. 9 Hasil pembacaan database MySQL

4.4 Pengujian Interface Webservice Lokalisasi Kebakaran

Struktur utama pada halaman website adalah bahasa HTML. HTML dapat diibaratkan seperti kerangka yang membawahi bahasa PHP, CSS dan JavaScript yang ada pada halaman website. Struktur HTML terdiri dari bagian *head* dan *body*. Pada bagian *head* dilakukan proses pengambilan database dan refresh halaman web menggunakan bahasa PHP dan proses layout dari peta google maps dengan bahasa CSS. Program untuk mengatur layout google maps dapat dilihat pada code berikut :

```
<style>
    html, body {
        height: 100%;
        margin: 10;
        padding: 0;
    }
    #map {
        height: 65%;
    }
</style>
```

Proses selanjutnya yaitu membuat refresh page halaman website dan mengkoneksikan ke database menggunakan bahasa PHP. Nama hostname, username dan password disembunyikan kedalam halaman login.php untuk keamanan data.

```
$halaman = $_SERVER['monitoring_wsn.php'];
header("Refresh: 15; URL=$halaman");
require_once 'login.php';
$dbserver=mysql_connect($db_hostname,$db_username,$db_password)
or die("Failed".mysql_error());
mysql_select_db('TA') or die ("Failed ke
database".mysql_error());
```

Program PHP juga dilakukan untuk mengambil informasi dari setiap node sensor yang ada pada database MySQL. Data tersebut antara lain data posisi latitude, posisi longitude, waktu kedatangan data , dan status dari setiap node sensor. Contoh kode yang digunakan pada node 1

adalah seperti berikut. Kode tersebut juga digunakan untuk mengambil status dari node 2 dan node 3

```
#-----Ambil status node 1-----  
$query1 = "SELECT *  
FROM node1_monitoring  
ORDER BY no DESC  
LIMIT 1";  
$result1 = mysql_query($query1);  
if(!$result1) die ("Database access failed : ".mysql_error());  
$status1=mysql_result($result1,0,'status');  
if($status1=="Kebakaran Kecil"){$_i_status[1]=1;}  
if($status1=="Kebakaran Sedang"){$_i_status[1]=2;}  
if($status1=="Kebakaran Besar"){$_i_status[1]=3;}  
else {$_i_status[1]=0;}  
$latitude1=mysql_result($result1,0,'latitude');  
$longitude1=mysql_result($result1,0,'longitude');  
$waktu_datang1=mysql_result($result1,0,'waktu_datang');  
$data1=mysql_result($result1,0,'data');  
#-----
```

Untuk memperindah tampilan website maka ditambahkan sebuah peta google maps yang sudah terintegrasi dengan database kondisi node sensor. Untuk menambahkan google maps ini digunakan bahasa Java Script. Proses pertama yaitu dengan memasukkan variabel dari latitude dan longitude dari setiap node sensor kedalam variabel java scrip yaitu pada variabel multilocations. Posisi koordinat dari node 1 digunakan sebagai acuan titik tengah peta google maps.

```
<script>  
function GambarMap() {  
    var latLng = {lat:<?php echo $latitude1; ?>,  
                lng:<?php echo $longitude1; ?>};  
    var multiLocations = [  
        [<?php echo $latitude1; ?>,<?php echo $longitude1; ?>],  
        [<?php echo $latitude2; ?>,<?php echo $longitude2; ?>],  
        [<?php echo $latitude3; ?>,<?php echo $longitude3; ?>],  
    ]  
}
```

```

var map = new
google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
    center : latLng,
    zoom: 12
});

```

Kemudian dilanjutkan dengan membuat marker pada google maps saat terjadi kebakaran. Karena jenis kebakaran dibedakan menjadi 3 yaitu kebakaran kecil, kebakaran sedang dan kebakaran besar, maka dibuat 3 variabel yang membuat gambar berbeda untuk merepresentasikan jenis kebakaran tersebut. Kebakaran kecil akan memiliki ukuran gambar yang kecil, sedangkan kebakaran besar akan memiliki ukuran gambar yang paling besar.

Untuk memberikan informasi bahwa yang diberikan marker adalah saat terjadi kebakaran, maka dilakukan pengecekan pada variabel `$i_status[1]`. Pada contoh ini yaitu status pada node sensor 1. Nilai 0 menunjukkan kondisi baik, sehingga peletakan marker dilewati. Sedangkan jika bernilai 1 atau 2 atau 3, maka dilakukan marker dengan gambar sesuai dengan kondisi kebakaran.

```

Var marker, I;
var apikecil={url:'apikecil.png'};
var apisedang={url:'api.png'};
var apibesar={url:'apibesar.png'};

if(<?php echo $i_status[1]; ?> > 0)
{marker = new google.maps.Marker({
    position: new google.maps.LatLng(multiLocations[0][0],
multiLocations[0][1]),
    map: map,
    if(<?php echo $i_status[1]; ?> == 1)
    {icon: apikecil}
    if(<?php echo $i_status[1]; ?> == 2)
    {icon: api}
    if(<?php echo $i_status[1]; ?> == 3)
    {icon: apibesar}
});}
</script>

```

Proses untuk memberikan marker pada node sensor 2 dan node sensor 3 juga memiliki urutan yang sama seperti pada node sensor 1. Hanya dengan mengganti variabel yang merepresentasikan node sensor 1 menjadi variabel yang merepresentasikan node sensor 2 dan node sensor 3.

Proses terakhir untuk memasukkan google maps adalah dengan melakukan registrasi pada developer google untuk mendapatkan suatu API key dari google. Key tersebut berupa kode acak yang harus disertakan dalam bahasa java script. Berikut adalah code untuk memasukkan API key google kedalam halaman website.

```
<script
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyB6EQEJ6ul
Z-8vXlcABkROOoP9la4R2gBI&callback=GambarMap" async defer>
zoom:12
</script>
```

Untuk menambah detail informasi yang diberikan pada interface, maka dilakukan penambahan tabel yang berisi informasi dari setiap node sensor berupa lokasi, status node sensor, dan update data terakhir dari node sensor. Detail informasi dimasukkan kedalam tabel dengan bahasa HTML berikut.

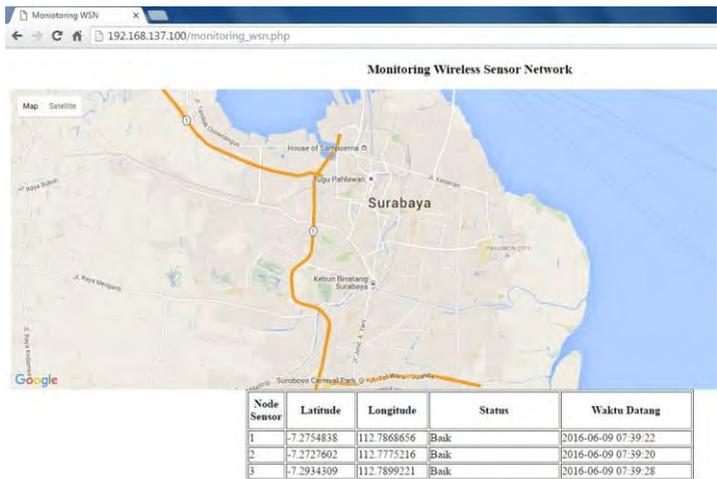
```
<table width="650" border="1">
<tr>
<th width="50" scope="row">Node Sensor</th>
<th width="100">Latitude</th>
<th width="100">Longitude</th>
<th width="200"><p>Status</p></th>
<th width="200">Waktu Datang</th>
</tr>
<tr>
<td scope="row">1</td>
<td><?php echo $latitude1; ?></td>
<td><?php echo $longitude1; ?></td>
<td><?php echo $status1; ?></td>
<td><?php echo $waktu_datang1; ?></td>
</tr>
<tr>
```

```

<td scope="row">2</th>
<td><?php echo $latitude2; ?></td>
<td><?php echo $longitude2; ?></td>
<td><?php echo $status2; ?> </td>
<td><?php echo $waktu_datang2; ?></td>
</tr>
<tr>
<td scope="row">3</th>
<td><?php echo $latitude3; ?></td>
<td><?php echo $longitude3; ?></td>
<td><?php echo $status3; ?> </td>
<td><?php echo $waktu_datang3; ?></td>
</tr>
</table>

```

Pengujian interface webserver dilakukan dengan melalui komputer yang terhubung secara LAN dengan webserver dengan alamat webserver yang statik 192.168.137.100/monitoring_wsn.php. Pada Gambar 4.10 merupakan interface saat semua node tidak mengirimkan sinyal kebakaran. Webserver menampilkan kondisi semua node dalam keadaan baik.



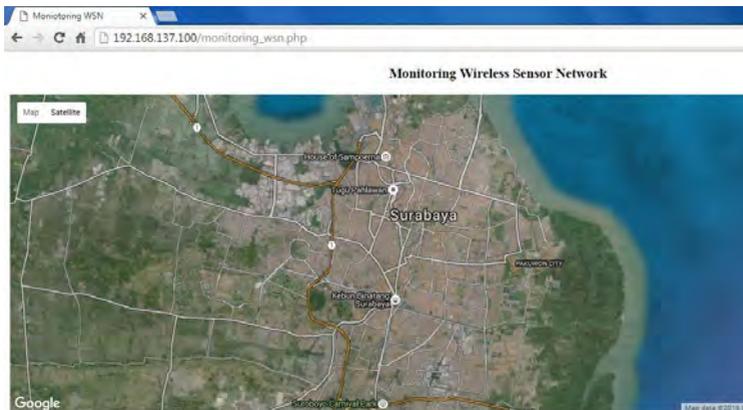
Gambar 4. 10 Tampilan peta webserver tanpa kebakaran



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 4. 11 Tabel monitoring kebakaran pada webserver

Pada bagian bawah tampilan webserver menampilkan detail kondisi dari setiap node sensor, yaitu node sensor 1, node sensor 2, dan node sensor 3. Detail informasi yang diberikan yaitu posisi node sensor yang ditampilkan pada kolom latitude dan kolom longitude. Kondisi setiap node sensor pada kolom status. Serta waktu data kebakaran yang diterima webserver pada kolom waktu datang. Tampilan tabel monitoring kebakaran dapat dilihat pada gambar 4.11. Gambar peta pada webserver tersebut juga dapat dilihat pada tampilan foto satelit seperti pada gambar 4.12

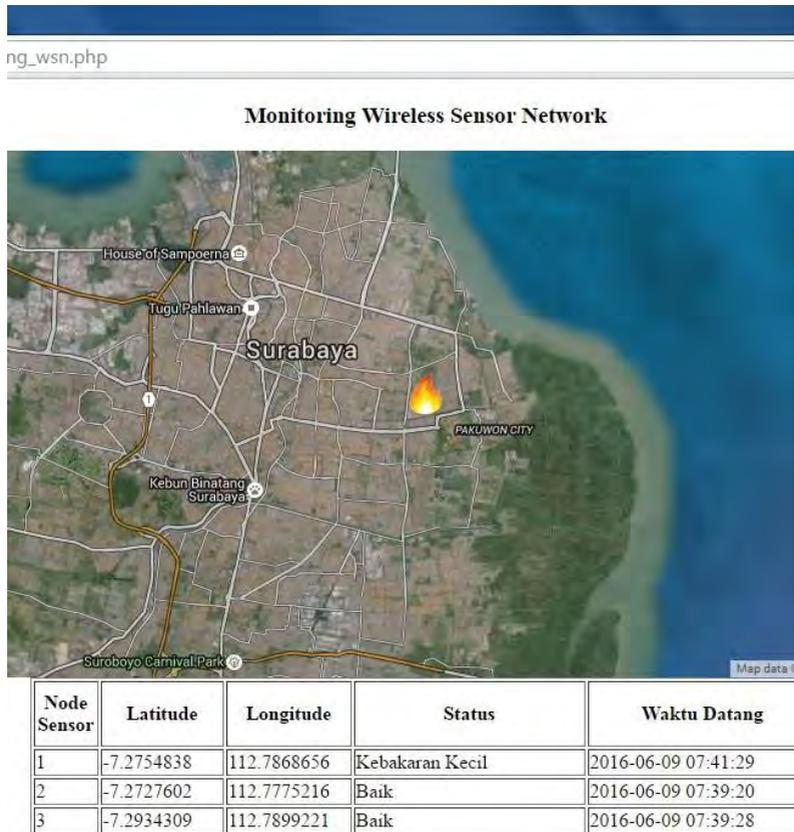


Monitoring Wireless Sensor Network

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

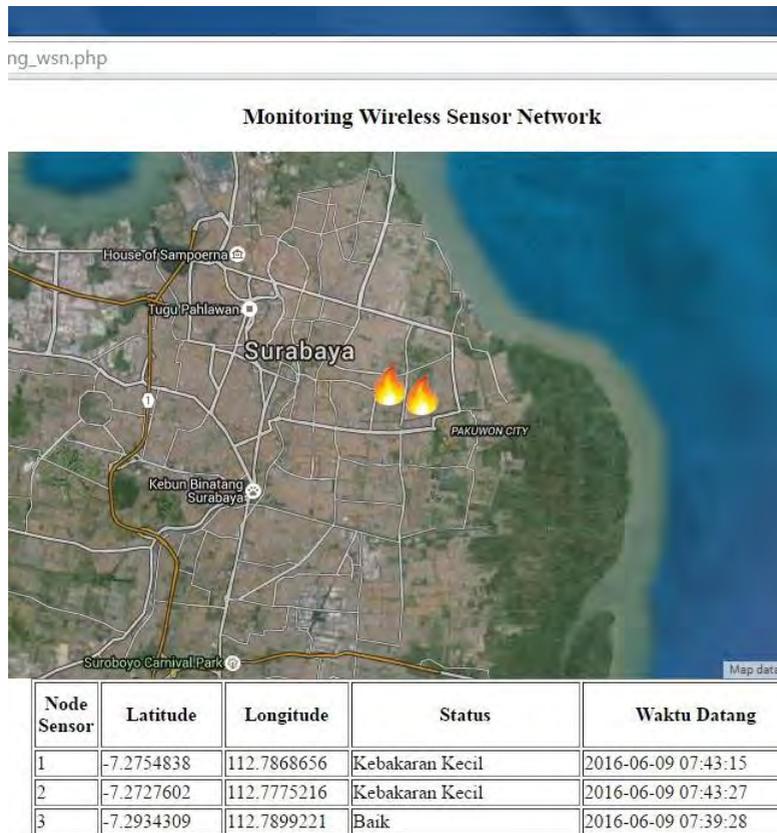
Gambar 4. 12 Tampilan foto satelit peta webserver

Pengujian interface kedua dilakukan dengan sebuah sinyal kebakaran kecil dari node sensor 1. Maka terlihat pada tampilan peta kebakaran dengan 1 api kecil dan pada tabel menunjukkan node 1 kebakaran dengan menunjukkan posisi latitude dan longitude, serta waktu awal terjadinya kebakaran. Hasil interface dapat dilihat pada Gambar 4.13



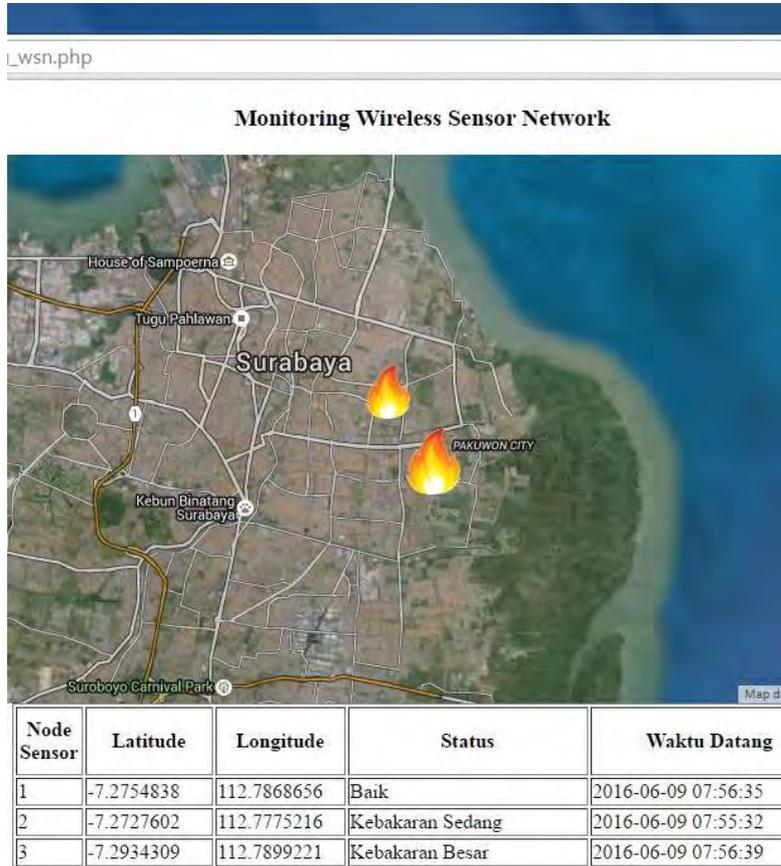
Gambar 4. 13 Tampilan webserver dengan satu titik kebakaran

Pengujian interface ketiga dilakukan dengan node sensor 2 dan node sensor 3 yang mengirimkan sinyal kebakaran kecil. Pada tampilan peta terlihat 2 titik api beserta posisi api pada kolom latitude dan longitude. Serta waktu awal kebakaran dari setiap node sensor dapat dilihat pada kolom waktu datang. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4. 14 Tampilan webserver dengan dua titik kebakaran

Pengujian interface keempat dilakukan dengan setiap node sensor mengirimkan data kebakaran berbeda. Node sensor 1 mengirimkan sinyal dalam kondisi baik, node sensor 2 mengirimkan sinyal kebakaran sedang, dan node sensor 3 mengirimkan sinyal kebakaran besar. Maka pada tampilan peta api sedang dan api besar dengan besarnya marker api yang berbeda seperti pada gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Tampilan webserver dengan kombinasi besarnya kebakaran

4.5 Pengujian Komunikasi WSN

Pengujian lapangan dilakukan 2 bagian. Yaitu pengujian range antara 2 xbee secara line of sight dan pengujian komunikasi antar node secara WSN dengan hop data ke node terdekat sampai ke webserver

4.5.1 Pengujian Range Modul Xbee

Data hasil pengujian jarak antara 2 modul xbee dapat dilihat pada tabel 4.1. Pada tabel terlihat bahwa pada jarak awal 0 m pengujian sinyal sinyal RSSI local sebesar -33 dBm dan sinyal RSSI remote sebesar -35 dBm. Jarak terjauh adalah 28 meter dengan sinyal RSSI local sebesar -57 dBm dan sinyal RSSI remote sebesar -60 dBm.

Tabel 4. 3 Pengukuran Range 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

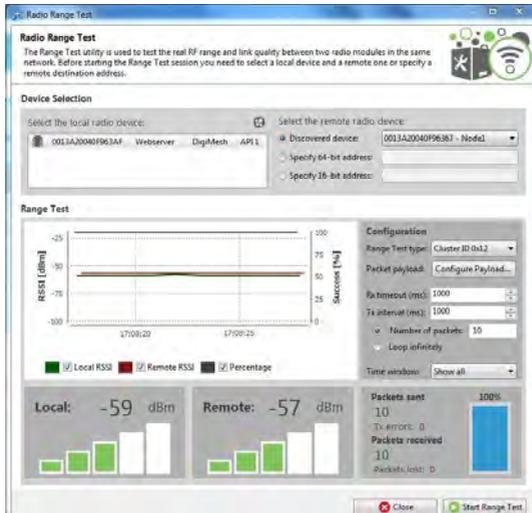
4.5.2 Pengujian Komunikasi WSN

Setelah diketahui jarak jangkauan antara 2 xbee sebesar 28 meter, kemudian dilakukan pengujian komunikasi secara WSN yaitu dengan mengatur jarak node1 sejauh 20m dari webserver, node2 sejauh 40m dari webserver, dan node3 sejauh 60m dari webserver. Pengujian dilakukan secara line of sight (satu garis lurus). Secara jangkauan, maka node2 dan node3 tidak dapat mengirimkan data secara langsung kepada webserver. Proses pengiriman data harus dilakukan meloncat ke node yang berada di sebelah yang lebih dekat dengan webserver.

Pada node2 untuk mengirimkan sinyal kebakaran, maka dia harus mengirimkan sinyal ke node1, dan node 1 mengirimkan ulang ke webserver. Sedangkan pada node3 untuk mengirimkan sinyal kebakaran, maka dia harus mengirimkan sinyal ke node2, dan node2 mengirimkan ulang ke node1, dan node1 mengirimkan ulang ke webserver. Dari data percobaan menunjukkan bahwa komunikasi secara WSN pada semua node dapat berjalan dengan baik. Hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4. 4 Hasil Komunikasi Node Sensor Secara WSN

No	Pengirim	Penerima	Jarak	Sinyal	
				Local	Remote
1	Webserver	Node1	20 m	-59 dBm	-57 dBm
2	Webserver	Node2	40 m	-57 dBm	-52 dBm
3	Webserver	Node3	60 m	-57 dBm	-52 dBm



Gambar 4. 16 Test komunikasi WSN node 1



Gambar 4. 17 Test komunikasi WSN node 2



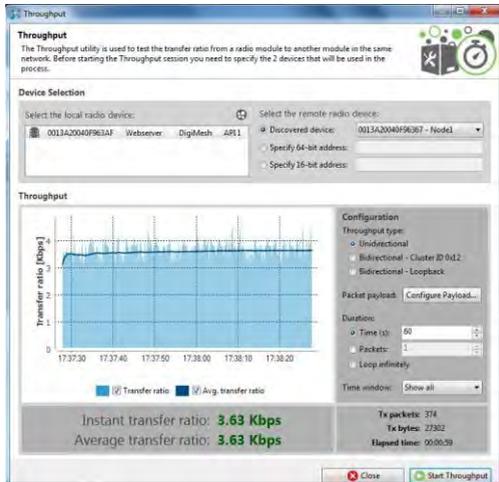
Gambar 4. 18 Test komunikasi WSN node 3

4.5.3 Pengujian Transfer Data Xbee

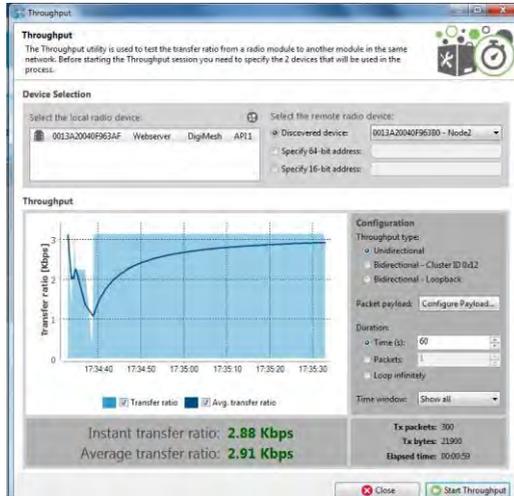
Pengujian transfer data dilakukan dengan mengirimkan data dalam waktu 60 detik kepada node sensor 1, node sensor 2, dan node sensor 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. 5 Kecepatan rata-rata node sensor

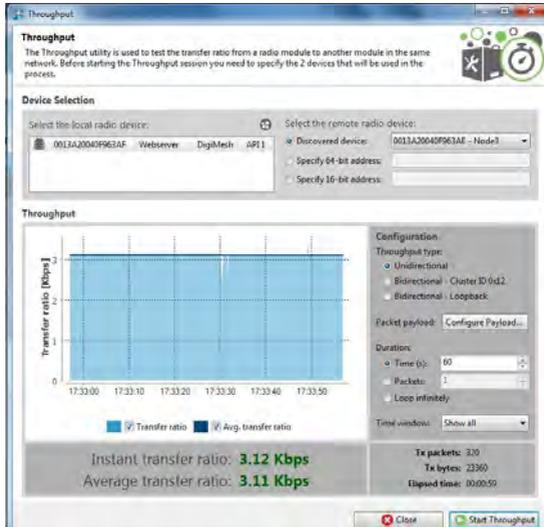
<i>Node Sensor</i>	<i>Rata-rata kecepatan data</i>
1	3.63 Kbps
2	2.91 Kbps
3	3.11 Kbps



Gambar 4. 19 Pengujian transfer data node sensor 1



Gambar 4. 20 Pengujian transfer data node sensor 2



Gambar 4. 21 Pengujian transfer data node sensor 3

4.6 Analisa Sistem

4.6.1 Analisa Budget Link

Daya yang dipancarkan oleh xbee S1 adalah 1 mW. Sehingga dalam logaritmik menjadi 0 dBm. Kemudian transmitter dan receiver menggunakan antenna pasif sebesar 8 dBi. Karena menggunakan antenna pasif, maka pada sisi pengirim sinyal dikuatkan 8 dBi. Namun pada sisi penerima akan dilemahkan sebesar dBi. Namun kelebihan dari antenna dengan gain yang besar ini adalah error data menjadi lebih minimum. Sedangkan pada sisi penerima, sensitifitas dari xbee adalah -92 dBm. Maka didapatkan budget link sebesar 92 dBm

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Tx} & = & 0 \text{ dBm} \\
 \text{Gain Tx (antena pasif)} & = & 8 \text{ dBi} \\
 \text{Gain Rx (antena pasif)} & = & -8 \text{ dBi} \quad + \\
 \hline
 \text{Total} & = & 0 \text{ dBm} \\
 \text{Receive Sensitivity} & = & -92 \text{ dBm} \quad - \\
 \hline
 \text{Budget Link} & = & 92 \text{ dBm}
 \end{array}$$

4.6.2 Analisa Free Space Path Loss

Free Space Path Loss digunakan untuk mengukur redaman suatu komunikasi wireless secara *line of sight* pada udara tanpa adanya hambatan. Berdasarkan jarak dan frekuensi yang digunakan dalam berkomunikasi. Free Space Path Loss dapat dihitung menggunakan persamaan 4.1

$$FSPL = 20 \log (d) + 20 \log (f) + c \quad (4.1)$$

Keterangan

d = Jarak antara kedua modul komunikasi (km)

f = Frekuensi kerja (GHz)

c = Konstanta (92.45)

Tabel 4. 6 Analisa free space path loss modul xbee

No	d(km)	20log(d)	20*log(2.4)	c=92.45	FS Path Loss
1	0	-	-	-	-
2	0.002	-53.97940009	7.604224834	92.45	46.074825
3	0.004	-47.95880017	7.604224834	92.45	52.095425
4	0.006	-44.43697499	7.604224834	92.45	55.61725
5	0.008	-41.93820026	7.604224834	92.45	58.116025
6	0.01	-40	7.604224834	92.45	60.054225
7	0.012	-38.41637508	7.604224834	92.45	61.63785
8	0.014	-37.07743929	7.604224834	92.45	62.976786
9	0.016	-35.91760035	7.604224834	92.45	64.136624
10	0.018	-34.8945499	7.604224834	92.45	65.159675
11	0.02	-33.97940009	7.604224834	92.45	66.074825
12	0.022	-33.15154638	7.604224834	92.45	66.902678
13	0.024	-32.39577517	7.604224834	92.45	67.65845
14	0.026	-31.70053304	7.604224834	92.45	68.353692
15	0.028	-31.05683937	7.604224834	92.45	68.997385

Jarak pada pengukuran sebelumnya adalah dalam meter. Sehingga dibagi dengan 1000 untuk menjadi kilometer. Kemudian frekuensi kerja dari xbee s1 digimesh adalah 2.4 Ghz. Sedangkan konstanta bernilai tetap pada semua jarak komunikasi. Dengan memasukkan data pengujian jarak komunikasi sebelumnya, maka hasil perhitungan dari free space path loss dapat dilihat pada tabel 4.6.

Dari hasil perbandingan antara hasil pengujian dan hasil analisa secara teori didapatkan hasil bahwa sinyal hasil perhitungan secara teori sudah mendekati hasil pengujian secara langsung

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada tugas akhir ini telah dibuat dan dirancang 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 kedalam 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.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai bagaimana analisa mengenai besarnya jarak sebaran antar node sensor agar dapat mendeteksi kebakaran hutan secara efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS. 2015. *Data Sensus Luas Kawasan Hutan dan Perairan..*
Diakses di <www.bps.go.id> pada November 2015
- [2] Dephut. 2015. *Sejarah Kebakaran Hutan dan lahan di Indonesia.*
Diakses di <www.dephut.go.id> pada November 2015
- [3] Khoemaeni, Syamsul Anwar. 2015. *Luas Kebakaran Hutan di Indonesia Setara Empat Kali Pulau Bali.* Diakses di <news.okezone.com> pada November 2015
- [4] Dephut. 2015. *Pedoman Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan.*
Diakse di < www.dephut.go.id> pada Januari 2016.
- [5] Alkhatib, Ahmad. 2012. *Wireless Sensor Network for Forest Fire Detection System - Seminar.* Newport:University of Wales.
- [6] Adinugroho, dkk. 2004. *Panduan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut.* Bogor : Wetlands International
- [7] International, Digi. 2016. *Xbee Family Features Comparison.*
Diakses di <digi.com> pada Feburari 2016
- [8] International, Digi. 2015. *Xbee Digimesh 2.4.* Diakses di <digi.com> pada Februari 2016
- [9] International, Digi. 2008. *Wireless Mesh Networking.* Diakses di <digi.com> pada Februari 2016
- [10] Libellium. 2012. *Waspnote Digimesh Networking Guide.* Libellium Comunicaciones Distribuidas S.L
- [11] STMicroelectronics. 2015. *Datahseet STM32F103x8.*
- [12] Raspberry Pi 2. Diakses di <www.raspberrypi.org > pada Februari 2016
- [13] Nixon, Robin. 2014. *Learning PHP, MySQL, Java Script, CSS & HTML 5.* USA : O'Reilly Media

BIODATA PENULIS



Irwan Candra Dwinata, merupakan seorang pemuda Indonesia yang lahir di Surabaya pada 2 Maret 1994. Penulis memulai jenjang pendidikan di SDN Sadang - Sidoarjo. Setelah lulus SD tahun 2006, penulis melanjutkan ke SMPN 2 Taman - Sidoarjo. Lulus SMP tahun 2009, penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke SMAN 1 Taman - Sidoarjo. Setelah lulus SMA pada tahun 2012, penulis melanjutkan studi pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama kuliah penulis juga aktif dalam beberapa organisasi diantaranya pada divisi Workshop Elektro ITS, Tim Robotika ITS, dan sebagai Asisten Lab Elektronika.

Penulis dapat dihubungi melalui

Email : candra.dwinata@gmail.com