

SISTEM PEMANTAU KEBAKARAN HUTAN MEMANFAATKAN WIRELESS SENSOR NETWORK

R. M. R. Ansori¹, S. Nurhayati², S. I. Lestaringati³

¹Universitas Komputer Indonesia, ²Universitas Komputer Indonesia, ³Universitas Komputer Indonesia
¹ridwansori@gmail.com, ²serieid@yahoo.com, ³susmini.indriani@email.unikom.ac.id

ABSTRAK

Lahan hutan di Indonesia setiap tahun mengalami pengurangan yang diakibatkan oleh kebakaran hutan. Proses penanganan kebakaran hutan dapat lebih mudah diatasi apabila kebakaran belum semakin membesar. Selain itu apabila informasi yang terjadi ketika terjadi kebakaran hutan seperti lokasi kebakaran, kondisi suhu, kelembaban, serta kualitas udara dapat dikirim dan diterima dengan valid, maka proses penanganan lanjutan dapat dilakukan. Teknologi *Wireless Sensor Network* dapat diimplementasikan dalam sistem pemantauan kebakaran hutan dengan mengirimkan data dari node sensor ke node koordinator secara *realtime*. Tujuan dari pembuatan sistem ini yaitu membuat antarmuka berbasis web yang dapat menampilkan lokasi terjadinya kebakaran hutan, kondisi suhu, kelembaban, serta kualitas udara dengan memanfaatkan teknologi dari *Wireless Sensor Network*. Pada pembuatan sistem ini digunakan dua node sensor dan satu node koordinator dengan menggunakan modul radio frekuensi XBee S2C untuk membentuk jaringan yang terhubung secara wireless. Hasil pengujian menunjukkan setiap node sensor dapat mengirimkan data hasil pengukuran ke node koordinator. Hasil pengukuran dari setiap node sensor dapat ditampilkan pada antarmuka berbasis web.

Kata Kunci : Antarmuka Berbasis Web, Node Sensor, Node Koordinator, Wireless Sensor Network, XBee S2C

ABSTRACT

Indonesia's forest lands each year experience a reduction caused by forest fires. The process of early prevention can be more easily if the fire has not grown. In addition, in the information such as fire location, temperature, humidity, and air quality when fire occurs can be sent and received valid, then the process of further prevention can be done. Technology of Wireless Sensor Network can be implemented in forest fire monitoring system by sending the data from sensor node to coordinator node in realtime. The purpose of this system is to create a web-based interface that can display the location of fire location, temperature, humidity, and air quality by utilizing technology from Wireless Sensor Network. The system uses two sensor node and one coordinator node by using radio frequency module XBee S2C. The test result indicates each node sensors can send the measurement data to the coordinator node. Its measurement result of each sensor node can be displayed on a web-based interface.

Keywords : Web-Based Interface, Sensor Node, Coordinator Node, Wireless Sensor Network, XBee S2C.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan lahan hutan terluas di dunia. Menurut data terbaru dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan di Indonesia, total luas hutan saat ini mencapai 124 juta hektar. Tetapi sejak 2010 sampai 2015, Indonesia menempati urutan kedua tertinggi kehilangan luas hutannya yang mencapai 684.000 hektar setiap tahunnya[1]. Salah satu faktor yang menyebabkan hutan Indonesia semakin berkurang adalah terjadinya kebakaran hutan. Pemerintah Indonesia melalui Direktorat Jendral Pengendalian Perubahan Iklim sudah melakukan upaya untuk meminimalisir terjadinya kebakaran hutan dengan melakukan sistem peringatan dini terhadap potensi terjadinya kebakaran hutan dan lahan (karhutla), yaitu pemantauan dengan melakukan patroli terpadu kawasan hutan. Namun pemantauan yang dilakukan tersebut masih belum bisa mendeteksi kebakaran dengan cepat. Hal ini

dikarenakan kondisi hutan dan lahan yang luas, serta beberapa akses jalan yang hanya dapat dilalui dengan berjalan kaki, sehingga proses pengawasan membutuhkan waktu yang lebih lama[2]. Apabila proses pemantauan serta proses penanganan sumber kebakaran tidak dilakukan dengan cepat, maka akan semakin besar pula kerugian yang akan diakibatkan. Misalnya saja, proses pemadaman kebakaran yang akan semakin sulit, kerusakan hutan yang semakin luas, serta dampak dari kabut asap yang dapat mempengaruhi kualitas udara, sehingga hal tersebut dapat membahayakan kesehatan.

Komunikasi serta informasi data yang valid merupakan hal yang paling penting dalam upaya melaporkan terjadinya indikasi kebakaran. Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang pembuatan sistem Wireless Sensor Network yang dapat mengirimkan peringatan dengan menggunakan modul radio frekuensi XBee S1 sebagai komunikasinya, yaitu dengan menampilkan lokasi terjadinya kebakaran dari node sensor ke webserver.

Radio Frekuensi menggunakan XBee S1 sebagai komunikasinya sehingga memiliki keterbatasan pada jarak jangkauan komunikasi data yaitu 28 meter, serta antarmuka sistem dengan user hanya melaporkan lokasi dimana terjadinya kebakaran[3]. Tetapi informasi menampilkan lokasi terjadinya kebakaran saja masih blum cukup, karena apabila informasi yang diterima valid dan cukup seperti menampilkan lokasi terjadinya kebakaran, keadaan suhu, kelembaban, serta kualitas udara, maka proses penanganan lanjutan dapat dilakukan. Oleh sebab itu, dirancanglah sebuah sistem yang dapat menjangkau jarak komunikasi yang lebih jauh, serta dapat memberikan informasi yang lebih banyak, dengan melakukan sebuah pemantauan kebakaran hutan yang dapat menampilkan lokasi terjadinya kebakaran, keadaan suhu, kelembaban, serta kualitas udara di area pemantauan tersebut.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sistem yang dapat memberikan informasi dalam pelaporan dan peringatan kebakaran hutan, serta bagaimana cara mendesain jaringan komunikasi dengan memanfaatkan teknologi Wireless Sensor Network dengan menggunakan modul radio frekuensi XBee S2C yang dapat mengirimkan data dengan jarak yang lebih jauh, serta bagaimana cara menyimpan data hasil pemantauan agar dapat ditampilkan kedalam suatu antarmuka berbasis web. Sistem ini diharapkan dapat melakukan sebuah pemantauan yang dapat menampilkan lokasi terjadinya kebakaran, keadaan suhu dan kelembaban, serta kualitas udara.

II. TEORI PENUNJANG

A. *Wireless Sensor Network*

Wireless Sensor Network (WSN) didefinisikan sebagai salah satu model jaringan *wireless* terdistribusi yang dapat digunakan untuk melakukan proses pemantauan dan pengiriman data secara *realtime*. Pada WSN harus terdapat beberapa node yang saling terhubung serta menjadi sebuah WSN.

B. XBee

XBee merupakan sebuah teknologi dan protokol jaringan komputer dengan standar IEEE 802.15.4 yang dapat menghubungkan semua perangkat dengan cepat, memiliki transfer rate sekitar 250 Kbps, daya tampung yang banyak, dan konsumsi daya yang rendah. XBee berjalan pada frekuensi 2,4GHz dengan 16 buah channel di dalamnya. XBee terdiri atas sejumlah layer terstruktur dan memiliki hubungan erat dengan layer-layer di dalam jaringan komputer. Misalnya dengan Medium Access Control (MAC), yang berkaitan dengan pengalamatan secara fisik pada komputer yang terhubung dalam jaringan. Pada jaringan XBee terdapat tiga-tipe perangkat yaitu:

1. Coordinator
2. Router
3. End device

Coordinator berfungsi sebagai server yang akan menangani router maupun End device pada XBee, Router berfungsi untuk memperluas cakupan wilayah dari XBee dan juga dapat menyediakan rute cadangan jika terjadi masalah pada rute normal, sedangkan End device merupakan perangkat yang dapat menerima dan mengirim pesan dengan syarat harus terhubung dengan router maupun coordinator.

C. Arduino

Arduino merupakan perangkat elektronik berbasis mikrokontroler ATmega328 yang mudah digunakan untuk keperluan pembuatan projek-projek, selain itu perangkat ini bersifat open-source sehingga pengguna dapat leluasa menggunakannya sesuai dengan kebutuhan.

D. KY-026

KY-026 adalah sensor infrared yang dapat mendeteksi api. Cara kerja sensor ini adalah dengan menangkap sinyal berupa nilai intensitas pada api dan frekuensi api.

E. DHT-22

DHT-22 merupakan sensor suhu dan kelembaban yang dapat bekerja pada tegangan 3.3-6 V DC. Selain itu sensor ini mampu melakukan pengukuran pada kondisi -40 sampai 80 °C, sehingga cocok digunakan untuk pengukuran yang dilakukan diluar ruangan.

F. MQ-135

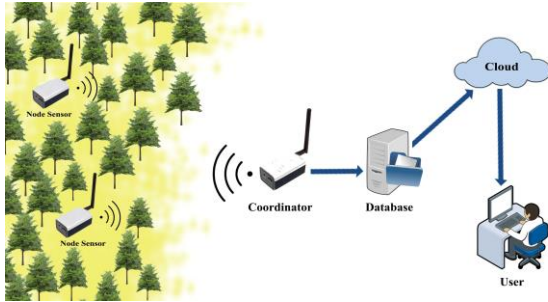
MQ-135 merupakan sensor yang digunakan untuk memantau kualitas udara. Sensor ini dapat mendeteksi Asap, karbondioksida (CO₂), alkohol / ethanol (C₂H₅OH), gas amonia (NH₃), gas belerang / sulfur-hidroksida (H₂S), natrium-(di)oksida (NO_x), benzena (C₆H₆) dan material lainnya yang berada di udara.

G. Antarmuka Berbasis Web

Antarmuka berbasis *web* merupakan sebuah aplikasi yang dijalankan melalui *web browser*. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman HTML (*HyperText Markup Language*) serta protokol yang digunakannya adalah HTTP (*HyperText Transfer Protokol*).

III. PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan membahas tentang perancangan sistem WSN untuk melakukan proses pemantauan yang akan mengirimkan data dari node-node sensor yang ada di area pemantauan ke node *coordinator*. Selain itu juga, pada bab ini membahas mengenai perancangan perangkat keras dan perangkat lunak untuk menampilkan hasil pemantauan berupa aplikasi berbasis web.

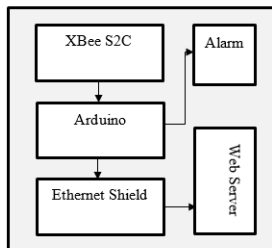


Gambar 1 Gambaran Umum Sistem

Pada Gambar 1 terdapat node-node sensor di area pemantauan yang akan mengirimkan data ke node coordinator melalui media transmisi wireless yang kemudian akan disimpan kedalam suatu database yang kemudian akan ditampilkan kedalam aplikasi berbasis web, sehingga user dapat melihat data-data hasil pengukuran oleh node sensor.

Keterangan:

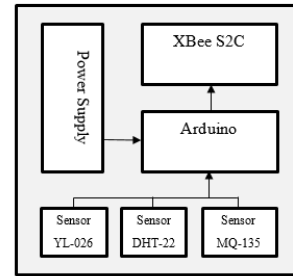
1. Area Pemantauan yang berupa area hutan.
2. Node Sensor yang berupa sensor api, sensor suhu, dan sensor kualitas udara.
3. Coordinator yang berupa pusat penerima data dari hasil pemantauan.
4. Database berupa kumpulan data yang telah disimpan dari hasil pemantauan.
5. Internet berupa data yang telah disimpan di database agar dapat diakses.
6. User adalah yang menggunakan sistem ini.



Gambar 2 Diagram Blok Node Coordinator

Keterangan:

1. XBee S2C yang berfungsi sebagai penerima data, dari data yang dikirimkan oleh sensor node.
2. Arduino sebagai mikrokontroler yang memproses data.
3. Alarm sebagai peringatan bahwa telah terjadi sesuatu pada hasil pembacaan sensor.
4. Ethernet Shield sebagai penghubung agar data yang di proses di mikrokontroler dapat disimpan di web server.
5. Web Server sebagai penyimpanan data yang kemudian akan ditampilkan kedalam suatu tampilan web.



Gambar 3 Diagram Blok Node Sensor

Keterangan:

1. XBee S2C yang berfungsi sebagai pengirim data yang akan dikirimkan kepada node coordinator.
2. Arduino sebagai mikrokontroler yang memproses data.
3. Sensor berupa sensor YL-026 (Api), sensor DHT-22 (Suhu dan Kelembaban), sensor MQ-135 (Kualitas udara).
4. Power Supply sebagai sumber listrik untuk node sensor

Node coordinator bertindak sebagai coordinator yang akan mengolah data dari node-node sensor, sedangkan node sensor yang berada di area pemantauan berfungsi untuk mengambil data sensor, mengolah, dan mengirim data sensor ke node coordinator.

A. Perangkat Keras

Terdapat beberapa komponen yang akan digunakan dalam perancangan serta pembuatan sistem ini yaitu:

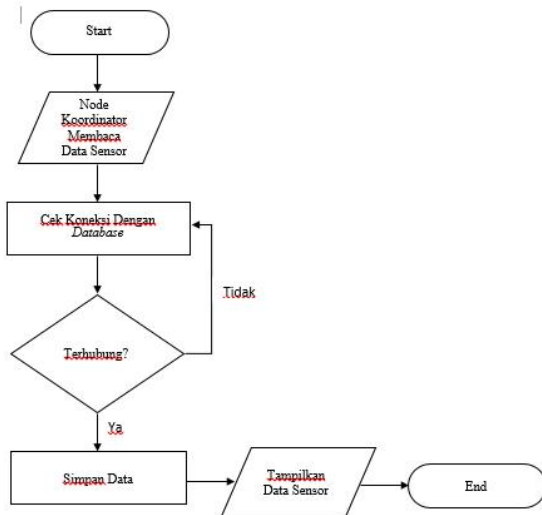
Tabel 1 Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Jumlah
1.	XBee S2C	3
2.	Arduino Uno	3
3.	XBee Shield	3
4.	Ethernet Shield	1
5.	DHT-22	2
6.	MQ-135	2
7.	KY-026	2

B. Perangkat Lunak

Pada bagian ini menjelaskan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk pembuatan sistem ini yaitu:

1. X-CTU yang berfungsi untuk melakukan konfigurasi dan test modul XBee
2. Arduino IDE yang berfungsi sebagai Compiler dan Editor Coding Modul Arduino.
3. Atom yang digunakan untuk membangun sebuah tampilan web, yang meliputi bahasa pemrograman HTML, CSS, PHP, dan Java.



Gambar 4 Diagram Alir Node Koordinator ke Antarmuka

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dilakukan pengujian serta analisis untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat ini berjalan sesuai atau tidak. Pengujian yang dilakukan antara lain adalah pengujian jarak jangkauan komunikasi XBee S2C, pengujian pembacaan data sensor, pengujian penyimpanan data sensor ke database, serta pengujian antarmuka berupa data yang ditampilkan pada aplikasi berbasis web.

A. Pengujian Jarak Jangkauan Komunikasi XBee S2C

Pengukuran dilakukan di Taman Hutan Raya Djuanda Bandung dengan cara menarik garis lurus dari jarak 10 meter. Kemudian pengukuran meningkat setiap 10 meter.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Jarak Komunikasi

No	Jarak Pengiriman	Hasil Pengiriman XBee A	Hasil Pengiriman XBee B
1	10 meter	Terkirim	Terkirim
2	20 meter	Terkirim	Terkirim
3	30 meter	Terkirim	Terkirim
4	40 meter	Terkirim	Terkirim
5	50 meter	Terkirim	Terkirim
6	60 meter	Terkirim	Terkirim
7	70 meter	Terkirim	Terkirim

8	80 meter	Terkirim	Terkirim
9	90 meter	Terkirim	Terkirim
10	100 meter	Terkirim	Terkirim
11	110 meter	Terkirim, Delay	Terkirim, Delay
12	120 meter	Data Tidak Sesuai, Delay	Data Tidak Sesuai, Delay
13	130 meter	Tidak Terkirim	Tidak Terkirim

B. Pengujian Pembacaan Data Sensor

Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui bahwa data yang diukur sesuai dengan keadaan aslinya, dimana node sensor diletakkan sejauh (\pm) 100 meter dari node koordinator. Kemudian node sensor akan membaca data sensor, setelah itu data hasil pengukuran tadi dikirimkan ke node koordinator yang kemudian data tersebut disimpan di database dan ditampilkan pada aplikasi berbasis web. Pengukuran yang telah berhasil dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Data Hasil Pengukuran Pembacaan Sensor

No	Tanggal	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	ISPU
1	7/10/2018 15:28	28.7	51.9	93
2	7/10/2018 15:28	28.7	51.6	93
3	7/10/2018 15:28	28.7	51.5	93
4	7/10/2018 15:28	28.7	51.4	93
5	7/10/2018 15:28	28.7	51.3	94
6	7/10/2018 15:28	28.7	51.2	94
7	7/10/2018 15:28	28.7	51.1	94
8	7/10/2018 15:28	28.7	51.1	94
9	7/10/2018 15:29	28.7	51.1	94
10	7/10/2018 15:29	28.7	51.1	95

C. Pengujian Penyimpanan Data di Database

Dalam pengujian ini merupakan proses penyimpanan hasil pembacaan data sensor yang telah diukur sebelumnya kedalam database, sehingga nantinya data hasil pengukuran tersebut dapat ditampilkan kedalam aplikasi berbasis web

id	tgl	temp	hum	udara	api	tempg	humm	udaraa	apil
1136	2018-07-24 16:33:08	28	58	69	970	28	40	9	1003
1137	2018-07-24 16:33:21	28	58	6	970	28	40	88	1004
1138	2018-07-24 16:33:34	28	58	61	970	28	40	86	65
1139	2018-07-24 16:33:46	28	58	59	970	28	40	84	1004
1140	2018-07-24 16:34:01	28	58	55	45	28	40	80	1003
1141	2018-07-24 16:34:13	28	59	58	969	28	40	80	1004
1146	2018-07-24 16:35:18	28	58	46	974	28	40	73	1004
1147	2018-07-24 16:35:31	28	58	49	969	28	40	71	1004
1148	2018-07-24 16:35:44	28	58	46	969	28	40	70	1004
1149	2018-07-24 16:35:56	28	58	46	969	28	40	68	1004

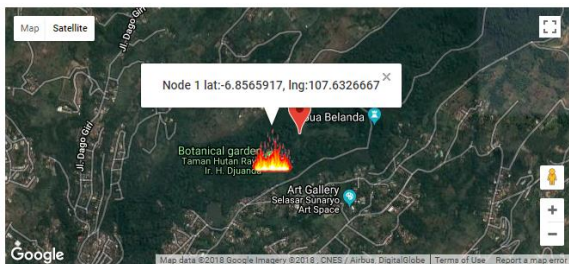
Gambar 5 Data Hasil Pengukuran yang disimpan di database

D. Pengujian Antarmuka

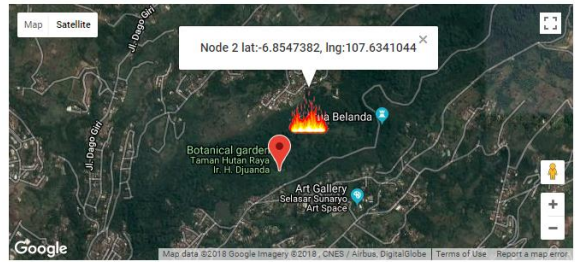
Pada pengujian ini adalah data yang sebelumnya telah disimpan di database kemudian akan ditampilkan pada aplikasi berbasis web. Data yang ditampilkan pada halaman web meliputi lokasi terjadinya kebakaran, data hasil pengukuran, serta grafik perubahan data pengukuran. Data tersebut akan diperbaharui setiap 5 detik sesuai dengan hasil pembacaan data sensor.

Gambar 6 Antarmuka Menampilkan Halaman Utama

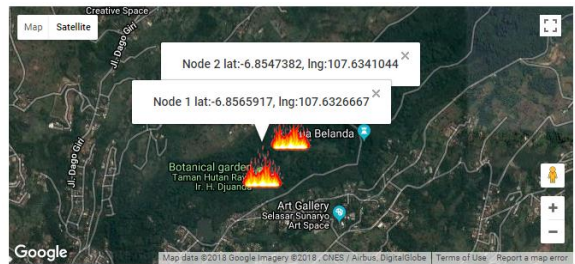
Apabila node sensor mendeteksi kebakaran maka node sensor akan mengirimkan laporan tersebut ke node koordinator, kemudian laporan tersebut akan ditampilkan pada peta, dimana peta tersebut menampilkan lokasi terjadinya kebakaran.



Gambar 7 Node 1 Mendeteksi Kebakaran



Gambar 8 Node 2 Mendeteksi Kebakaran



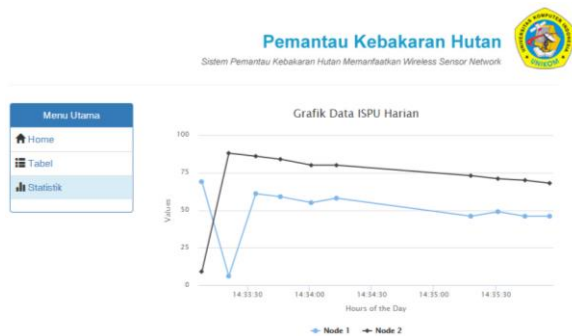
Gambar 9 Kedua Node Mendeteksi Kebakaran

Selanjutnya user dapat memilih menu untuk melihat data hasil pengukuran dari kedua node sensor dalam bentuk tabel. Pada Gambar 10 merupakan antarmuka untuk menampilkan data hasil pengukuran.

ID	Tanggal	Temp (°C)	RH (%)	ESFU (1)	Temp (°C)	RH (%)	ESFU (2)
1	2018-07-24 16:33:08	28	58	69	28	40	9
2	2018-07-24 16:33:21	28	58	6	28	40	88
3	2018-07-24 16:33:34	28	58	61	28	40	86
4	2018-07-24 16:33:46	28	58	59	28	40	84
5	2018-07-24 16:34:01	28	58	55	28	40	80
6	2018-07-24 16:34:13	28	59	58	28	40	80
7	2018-07-24 16:35:18	28	58	46	28	40	73
8	2018-07-24 16:35:31	28	58	49	28	40	71
9	2018-07-24 16:35:44	28	58	46	28	40	70
10	2018-07-24 16:35:56	28	58	46	28	40	68

Gambar 10 Antarmuka Menampilkan Data Hasil Pengukuran

Selanjutnya user juga dapat melihat data hasil pengukuran dalam bentuk grafik dengan memilih menu statistik, sehingga setiap perubahan data pengukuran dapat diamati. Pada Gambar 11 merupakan antarmuka untuk menampilkan grafik perubahan data.



Gambar 11 Antarmuka Menampilkan Grafik Perubahan Data

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan pengujian yang dilakukan pada sistem pemantau kebakaran hutan dengan memanfaatkan Wireless Sensor Network dapat disimpulkan bahwa.

1. Dari hasil pengujian jangkauan jarak komunikasi, terlihat bahwa keterbatasan modul XBee S2C dalam melakukan komunikasi data dengan jarak jangkauan sesuai pengujian yaitu sejauh (\pm) 102 meter.
2. Dari hasil pengujian, pembacaan dan pengiriman data pada sensor node ke node koordinator dengan menggunakan sistem Wireless Sensor Network telah berhasil dan berjalan dengan baik.

B. Saran

Adapun saran yang diajukan agar dapat menjadi masukan dalam pengembangan sistem ini adalah.

1. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat ditambahkan antarmuka untuk menambah lokasi koordinat node sensor, sehingga penambahan jumlah node sensor dapat dilakukan tanpa harus membuka koding program.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat ditanamkan sistem pakar agar sistem ini dapat mengetahui kondisi kecil, sedang, atau besarnya api..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kompas. 2016. Setiap tahun, Hutan Indonesia Hilang 684.000 Hektar. (<https://regional.kompas.com/read/2016/08/30/15362721/setiap.tahun.hutan.indonesia.hilang.684.000.hektar>, Diakses tanggal 28 September 2017).
- [2] Ditjenppi, 2017. PATROLI TERPADU PENCEGAHAN KARHUTLA, MENGUBAH POLA PIKIR MASYARAKAT UNTUK TIDAK MEMBAKAR. (<http://ditjenppi.menlhk.go.id/index.php/berita-ppi/2940-patrol-terpadu-pencegahan-karhutla,-mengubah-pola-pikir-masyarakat-untuk-tidak-membakar>, Diakses tanggal 26 Januari 2018).

- [3] Dwinata Irwan Candra, Muhammad Rivai, Eko Setiadi. 2016. Desain Wireless Sensor Network dan WebsERVER untuk Pemetaan Titik Api pada Kasus Kebakaran Hutan. Institut Teknologi Sepuluh Noverber. Surabaya.
- [4] Agus, I. P., Sukanto, & Sukanto, S. 2015. Wireless Sensor Network. Bandung: Informatika Bandung.
- [5] Andrianto, H., & Darmawan, A. 2016. Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman. Bandung: Informatika Bandung.
- [6] M. Yanuar H, Arif Gunawan, Hamid Azwar, Bambang H, Arif S, 2011, "Prototype Wireless Sensor Network (WSN) sebagai Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Hutan", SITIA, vol. 12, hal. 308.
- [7] Dr.S.S.Riaz Ahamed (2005), THE ROLE OF ZIGBEE TECHNOLOGY IN FUTURE DATA COMMUNICATION SYSTEM, Sathak Institute of Technology.
- [8] Bagasdika. 2015. Arduino Web Based Temperature Monitoring. (<http://www.bagasdika.web.id/?p=104#comment-57>, Diakses tanggal 26 Desember 2017).

