

PEMANFAATAN WIRELESS SENSOR NETWORK BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK MONITORING LAHAN GAMBUT JARAK JAUH

Muhammad Ziki Elfirman ¹⁾, Muhammad Alkaff ²⁾

^{1,2)} Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Brigjen Haji Hasan Basri, Kayu Tangi, Pangeran, Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan
70124, Indonesia
E-Mail : mzikielfirman@unlam.ac.id ¹⁾; m.alkaff@unlam.ac.id ²⁾

ABSTRAK

Lahan gambut di Indonesia tersebar di beberapa pulau, yaitu Kalimantan, Sumatera dan Papua. Kalimantan Selatan merupakan salah satu provinsi yang memiliki lahan sawah dan lahan gambut terbesar di Indonesia, yaitu sekitar 250.000 hektar yang tersebar di beberapa kabupaten. Ada banyak manfaat dari lahan gambut, dua manfaat utamanya adalah kemampuan menyimpan sejumlah besar karbon dan kemampuan untuk menyimpan air hingga 13 kali beratnya. Sayangnya, lahan gambut setiap tahunnya mengalami penurunan, baik dari segi ukuran maupun kualitasnya. Upaya pemulihan telah dilakukan oleh pemerintah dan juga pengamat lingkungan baik Nasional maupun Internasional. Meski begitu, kondisi lahan gambut masih belum bagus. Banyak kendala yang dihadapi seperti luas lahan dan sulitnya lokasi menyebabkan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pengawasan dan pemeliharaan lahan gambut cukup tinggi. Untuk mengembalikan ratusan ribu lahan gambut dibutuhkan triliunan rupiah. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk melestarikan lahan gambut adalah dengan pemantauan lahan gambut secara langsung dan teratur. Khususnya pada musim kemarau, lokasi lahan gambut awal dengan potensi kebakaran bisa dideteksi. Penelitian ini mengusulkan penggunaan *Wireless Sensor Network* (WSN) berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan lahan gambut terpencil. Dalam perkembangannya, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan *prototipe* peralatan pemantauan nirkabel untuk pemantauan lahan basah terutama lahan gambut.

Kata Kunci - Gambut; Pemeliharaan; Pemantauan; WSN; IoT

1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu Negara yang memiliki luasan lahan gambut terbesar di dunia, Indonesia mempunyai peranan yang sangat penting dalam mengurangi pemanasan global [1]. Kebakaran yang terjadi di lahan gambut menyebabkan karbon yang tersimpan di dalamnya terlepas kembali ke udara. Banyaknya jumlah gas rumah kaca yang terlepas ini merupakan salah satu faktor terjadinya pemanasan global. Pada penelitian [2] diketahui bahwa jumlah emisi karbon yang dihasilkan dari 1,5 juta hektar lahan gambut sebesar 1,98 milyar ton.

Alih fungsi lahan gambut menjadi perkebunan atau perumahan umumnya dilakukan dengan cara membakar lahan tersebut. Pembakaran lahan ini dilakukan karena murahnya biaya yang dapat dihemat, untuk satu hektar lahan bisa sampai seperlima biaya yang diperlukan untuk membuka lahan dengan cara lain [3]. Hal ini ditunjang dengan diperbolehkannya membuka lahan dengan cara membakar oleh Undang-Undang. Meskipun terdapat batasan-batasan dan aturan tata cara pembakaran lahan, tetap saja hal ini sedikit banyaknya merupakan salah satu faktor pendukung terjadinya kebakaran besar yang terjadi hampir setiap tahun.

Banyak kendala yang dihadapi untuk dapat melakukan pengawasan terhadap lahan gambut yang ada di Indonesia. Selain lokasi lahan yang berada di daerah terpencil dan susah untuk diakses, biaya yang diperlukan juga sangat tinggi. Oleh karena itu,

diperlukan metode pengawasan alternatif yang dapat menjangkau lokasi yang sulit dan hemat biaya. Salah satu pendekatan yang dilakukan adalah kolaborasi antara teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT) berbasis mikrokontroler. WSN umumnya digunakan untuk melakukan pengawasan terhadap sebuah daerah yang sulit dijangkau oleh manusia. Perangkat WSN berbasis mikrokontroler agar biaya yang diperlukan dapat ditekan.

Ada banyak penelitian yang sudah mengimplementasikan kolaborasi teknologi untuk pengawasan lahan gambut. Pada [4], WSN digunakan untuk monitoring dan pendeteksi kebakaran hutan. Penelitian ini mengandalkan 2 buah sensor yaitu sensor suhu, dan asap untuk mendeteksi kebakaran hutan. Data yang diterima akan diproses oleh mikrokontroler, menggunakan ATMEGA8535, untuk kemudian dikirimkan secara nirkabel ke server. Penelitian serupa juga dilakukan oleh [5], pada penelitian ini dilakukan percobaan pada lahan gambut dengan beberapa skenario percobaan yaitu di ruang simulator dan di daerah terbuka.

Peneliti dari Universitas Lambung Mangkurat juga pernah membuat sebuah purwa-rupa sistem jaringan sensor untuk monitoring temperatur kelembapan permukaan dan bawah lahan gambut berbasis database [6]. Dari penelitian ini dapat diketahui kisaran temperatur tanah, temperatur udara, dan kelembapan udara di lahan gambut. Data yang

dihasilkan dari percobaan ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk penentuan kondisi lahan gambut.

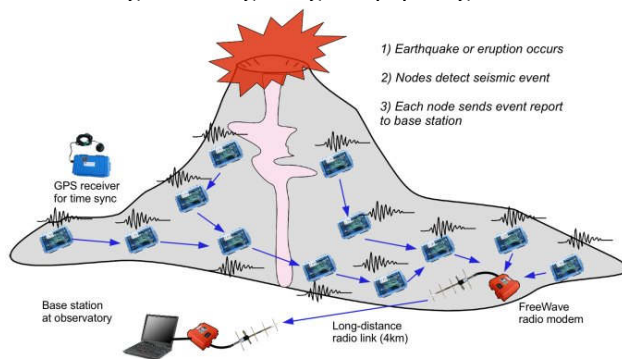
Untuk melakukan pengawasan terhadap 1 hektar lahan gambut tentunya perlu diuji coba terlebih dahulu skema WSN yang tepat agar didapatkan hasil yang optimal. Selain itu, agar data yang didapatkan dapat digunakan sebagai dasar acuan penentuan kondisi dari lahan gambut diperlukan penggunaan sensor-sensor yang berhubungan.

Pada penelitian ini diusulkan penggunaan gabungan sensor temperatur, kelembapan udara, dan kelembapan tanah. Sensor-sensor ini terhubung ke mikrokontroler yang disebar di beberapa titik pada satu lokasi. Setiap titik ini adalah sebuah node yang merupakan gabungan dari mikrokontroler, sensor-sensor, modul Wi-Fi, dan sumber daya. Dari penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan sebuah purwa-rupa alat monitoring lahan gambut yang dapat menjangkau luasnya lahan gambut di Indonesia dengan biaya yang rendah. Data yang dihasilkan dari alat ini juga dapat digunakan sebagai data testing multidisiplin ilmu dengan bidang lahan gambut yang sampai saat ini belum tersedia secara luas.

2. TINJAUAN PUSAKA

A. Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network merupakan sebuah jaringan nirkabel yang terdiri dari banyak sensor node yang secara acak ataupun manual diletakkan pada sebuah area target [7]. Tujuan utama dari WSN yaitu mengumpulkan informasi mengenai sebuah area yang sulit dijangkau oleh manusia seperti monitoring aktivitas gunung berapi pada gambar 1.



Gambar 1. Monitoring Volcano menggunakan WSN

(Sumber : <http://fiji.eecs.harvard.edu/Volcano>)

Pada gambar 1 terdapat beberapa node dan sebuah base station (BS). Setiap node ini akan menghasilkan data yang kemudian akan dikirimkan ke BS. Data yang dihasilkan dari setiap node tergantung dari sensor-sensor yang dimiliki oleh node tersebut [8].

B. Base Station

Pada WSN terdapat sink, disebut juga *Base Station* (BS), yang merupakan komponen penting di WSN. BS sangat berbeda dibandingkan dengan node-node yang ada di WSN baik dari segi karakteristik maupun fungsinya. Karakteristik utama dari BS yaitu mempunyai energi yang jauh lebih

besar dan lebih baik seperti *power grid* [9] dan mempunyai area jangkauan yang luas yang dapat mencakup semua node sensor.

C. Node Sensor

Node sensor merupakan komponen utama di dalam WSN karena bertugas untuk mengumpulkan data-data dari lingkungan sekitar misalnya suhu, tekanan udara, kelembapan udara dan beberapa parameter lingkungan lainnya. Setelah mengumpulkan data, node sensor perlu mengirimkan data tersebut baik ke node lain ataupun langsung ke BS oleh karena itu node sensor juga dilengkapi peralatan komunikasi, pemrosesan data dan penyimpanan data.

D. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output [10]. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.

Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, remote controls, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka:

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas.
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena menggunakan sistem yang kompleks.

E. Metodologi

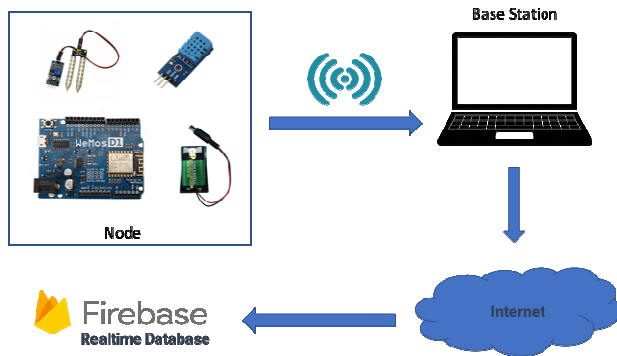
Metode penelitian Research and Development (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut [11]. Untuk menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan metode R & D karena hasil akhir penelitian ini akan menghasilkan produk alat monitoring lahan gambut berbasis mikrokontroler.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Arsitektur Sistem

Sistem yang dibangun terdiri dari node sensor yang merupakan sensor-sensor yang terhubung ke Arduino. Sensor-sensor ini mengirimkan data yang dihasilkan ke Arduino untuk kemudian dikirimkan ke Base Station menggunakan jaringan nirkabel. Agar data yang dihasilkan dapat dilihat secara *realtime*, data tersebut disimpan ke online database. Pada

gambar 2 dapat dilihat rancangan arsitektur sistem yang akan dibuat.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

B. Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan yaitu Arduino IDE dengan menggunakan library-library tambahan yang diperlukan seperti library untuk sensor suhu dan kelembapan udara, sensor kelembapan tanah, *library* Firebase dan *library* untuk modul wifi.

```

    SOIL_firebase_node2 | Arduino 1.8.1
    SOIL_firebase_node2.g
    #include "DHT.h"

    #define FIREBASE_HOST ""
    #define FIREBASE_AUTH ""
    #define WIFI_SSID ""
    #define WIFI_PASSWORD ""

    #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
    #define DHTPIN D5
    int n = 0;
    int sensor_pin = A0;
    int value;
    DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

    void setup() {
      Serial.begin(115200);

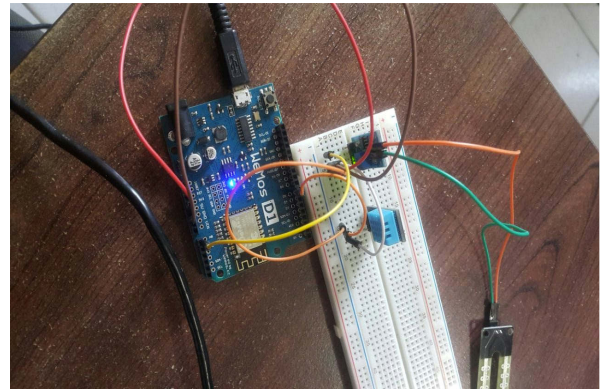
      // connect to wifi.
      WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
      dht.begin();

      Serial.print("connecting");
  
```

Gambar 3. Coding pada Arduino IDE

C. Implementasi Perangkat Keras

Pada tahap awal ini dua buah sensor dihubungkan ke mikrokontroller dengan menggunakan papan rangkaian sorderless (breadboard). Hasil data dari sensor ini akan langsung diproses di laptop. Pada Gambar 3 dapat dilihat skema rangkaian ujicoba sensor yang terhubung ke mikrokontroller Arduino Uno dengan menggunakan breadboard.



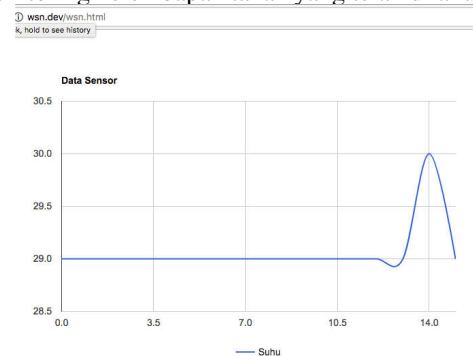
Gambar 4. Rangkaian Perangkat Keras

Data yang dihasilkan oleh sensor dapat dilihat secara *realtime* melalui halaman Serial Monitor di Arduino IDE. Langkah selanjutnya ialah memvalidasi data yang dihasilkan oleh sensor dengan menggunakan termometer ruangan. Pada data suhu, toleransi selisih antara data yang dihasilkan oleh perangkat sensor dan termometer ruangan yaitu sebesar 1°C. Perbedaan data yang dihasilkan oleh perangkat sensor dan termometer ruangan ini dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu kualitas sensor yang digunakan, *library* untuk mengkonversi data analog ke digital dan desain perangkat sensor.

D. Data Hasil Sensor

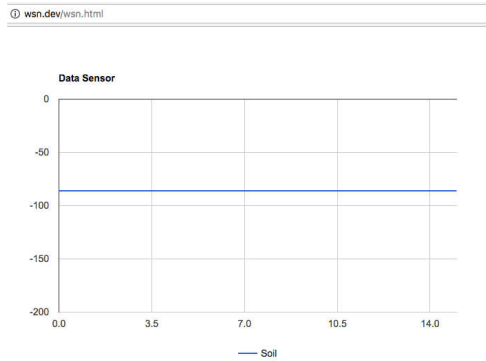
Dari perancangan yang sudah dilakukan terbentuklah sebuah purwa rupa alat monitoring yang dapat digunakan selama memiliki sumber daya dan dapat terhubung dengan internet secara nirkabel. Data yang dihasilkan akan ditampilkan dihalaman sebuah web dengan menggunakan *Google Chart*.

Pada Gambar 5 dapat dilihat hasil dari monitoring kelembapan tanah yang telah dilakukan.

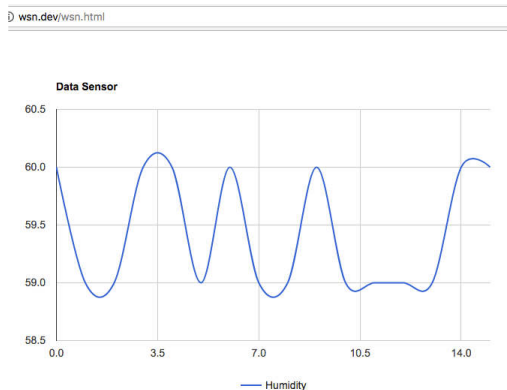


Gambar 5. Data Kelembapan Suhu

Selain itu dapat diketahui juga nilai suhu dan kelembapan udara yang dihasilkan yaitu pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Data Suhu



Gambar 7. Data Kelembapan Udara

Data yang dihasilkan oleh masing-masing sensor masih bervariasi. Meskipun demikian data yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan nilai yang ditunjukkan oleh *outdoor thermometer*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai suhu dan kelembapan tanah yang dihasilkan oleh perangkat monitoring hampir sesuai dengan nilai yang dihasilkan oleh nilai yang dihasilkan oleh alat pengukur suhu dan kelembapan tanah pabrikan.
2. Pendeteksian suhu dan kelembapan tanah dengan menggunakan beberapa sensor dan menyimpan data yang dihasilkan secara nirkabel dapat dilakukan secara realtime sehingga dapat diketahui kondisi lahan yang sedang dimonitoring.
3. Node dapat menjangkau jarak lebih dari 50 meter dari Hotspot. Jarak ini dapat ditingkatkan dengan penambahan antenna sehingga dapat mencapai jarak yang lebih jauh

B. Saran

Saran yang bisa penulis sampaikan pada kesempatan ini adalah pemilihan jarak untuk meletakkan antara Node sehingga dapat mencakup area yang optimal dan hasil yang akurat. Selanjutnya juga dapat ditambahkan mekanisme penghematan sumber daya

agar dapat memonitoring dengan efisien dan tahan lama.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. J. Talocchi. 10 Reasons to Save the Indonesian Peat [Online] (2 Jun 2014) Available at: <http://www.greenpeace.org/usa/9-reasons-save-peat-wait-whats/> [Accessed 10 Aug 2017]
- [2]. Rahmayanti, M., & SI, M. (2007). Kontribusi Kebakaran Lahan Gambut Terhadap Pemanasan Global. *Kaunia Jurnal Sains dan Teknologi* Vol. III, No. 2, Oktober 2007.
- [3]. Dewo. Masyarakat dalam Penanggulangan Bencana Asap [Online] (Updated 15 Sep 2015) Available at: <https://bnpb.go.id/home/detail/2577/Masyarakat-dalam-Penanggulangan-Bencana-Asap> [Accessed 5 Aug 2017]
- [4]. Putra, E. H., Hariyawan, M. Y., & Gunawan, A. (2013). Wireless sensor network for forest fire detection. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 11(3), 563-574.
- [5]. Hariyawan, M. Y., Gunawan, A., & Putra, E. H. (2012). Implementasi wireless sensor network untuk pendeteksi dini kebakaran hutan. *Jurnal teknologi informasi dan telematik*, 5, 2085-0697.
- [6]. Nasution, H. R., Fahrudin, A. E., & Harnawan, A. A. (2016). Prototipe Sistem Jaringan Sensor Untuk Monitoring Temperatur-Kelembapan Permukaan Dan Bawah Lahan Gambut Berbasis Database. *Jurnal Fisika Flux*, 13(1), 69-78.
- [7]. Azharuddin, M., Kuila, P., & Jana, P. K. (2013). A distributed fault-tolerant clustering algorithm for wireless sensor networks. In *Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 2013 International Conference on* (pp. 997-1002). IEEE.
- [8]. Handayani, R., & Siregar, S. (2017). Implementasi Komunikasi Nirkabel 433mhz Menggunakan Apc220 Transceiver Pada Robot Musik Angklung. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(1), 137-142.
- [9]. Michal'ik, M. (2013). Base station for Wireless sensor network. Masaryk University. Brno, Czech Republic.
- [10]. Budiharto, Widodo. "Interfacing Komputer dan Mikrokontroler." *Jakarta: Elex Media Komputindo Gramedia* (2004)
- [11]. Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D), (Bandung: Alfabeta, 2013), hal.1