

SISTEM MONITORING KEBAKARAN HUTAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Jesi Pebralia¹, Rustan^{1*}, Rizqa Raaiqa Bintana², Iful Amri³

¹Program Studi Fisika FST Universitas Jambi

²Program Studi Sistem Informasi FST Universitas Jambi

³Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Jambi

*E-mail korespondensi: rustan.rustan@unja.ac.id

ABSTRACT

In this study, a forest fire monitoring system based on IoT has been developed where the parameters used include temperature, wind speed, air humidity, and hotspots. These physical parameters are measured in real time using sensors installed in locations prone to forest fires. The sensor measurement data sent and processed by the Arduino Uno microcontroller and sent to the server using the Internet of Things (IoT). The forest fire monitoring system developed has a high level of accuracy, where the temperature sensor has an accuracy of 99.9%, the air humidity sensor has an accuracy of 97.85%, and the wind speed sensor has an accuracy of 90.70%. The hotspot detection system also has good performance, where the sensor can detect the presence of hotspot in real time. The development of an IoT system for monitoring four forest fire parameters was made using the Blynk application. The system can work well where data from the four forest fire parameters can be monitored in real time via computer devices or via smartphones.

Keywords: Forest, Fireforest, Land, Mitigation.

ABSTRAK

Pada penelitian ini, telah dikembangkan system monitoring titik api dimana parameter yang digunakan antara lain suhu, kecepatan angin, kelembaban udara, dan titik api. Parameter fisika tersebut diukur secara real time menggunakan sensor yang dipasang pada lokasi-lokasi rawan kebakaran hutan. Data-data hasil pengukuran sensor kemudian dikirim dan diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno dan dikirim ke server menggunakan Internet of Things (IoT). Sistem monitoring kebakaran hutan yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dimana sensor suhu memiliki akurasi sebesar 99,9%, sensor kelembaban udara memiliki akurasi sebesar 97,85%, dan sensor kecepatan angin memiliki akurasi sebesar 90,70%. Sistem pendeteksi titik api juga memiliki kinerja yang baik, dimana sensor dapat mendeteksi keberadaan panas secara realtime. Pengembangan system IoT untuk monitoring empat parameter kebakaran hutan dibuat menggunakan aplikasi Blynk. Sistem tersebut dapat bekerja dengan baik dimana data-data dari keempat parameter kebakaran hutan dapat dimonitoring secara realtime melalui perangkat computer maupun melalui smartphone.

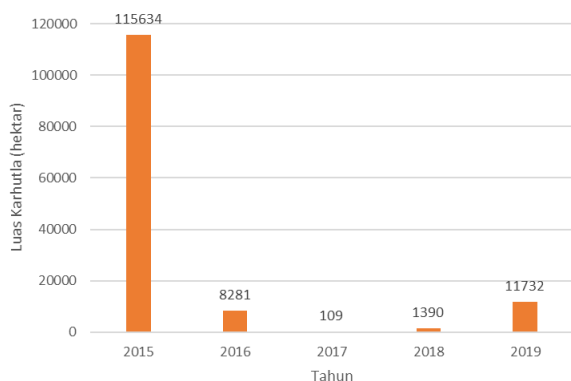
Kata kunci: Hutan, Kebakaran, Lahan, Mitigasi.

Diterima 01-11-2022 | Disetujui 25-11-2022 | Dipublikasi 30-11-2022

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) merupakan bencana utama dan rutin terjadi setiap tahun di Provinsi Jambi. Luas kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Jambi pada tahun 2015 - 2019 mencapai 137.146 hektar dengan rata-rata 27.429 hektar per tahun, menempati urutan ketiga di Pulau Sumatera setelah

provinsi Sumatera Selatan dan provinsi Riau [1]. Data yang dicatat oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan lebih tinggi lagi yaitu 56.593 hektar pada tahun 2019, dengan rincian lahan mineral seluas 32.549 ha dan lahan gambut seluar 24.045 ha [2]. Data kebakaran hutan dan lahan di provinsi Jambi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Data luas lahan terbakar di Provinsi Jambi Tahun 2015–2019 [2].

Karhutla memberikan dampak kerugian dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat seperti gundulnya hutan yang berpotensi menimbulkan bencana mematikan lainnya seperti longsor dan banjir, menghasilkan polusi asap yang mengakibatkan masalah kesehatan dan mengurangi jarak pandang transportasi udara, serta musnahnya berbagai flora fauna [3]. Selama ini pemerintah fokus pada upaya penanganan pasca bencana dibandingkan proses pencegahannya. Saat ini, paradigma baru melihat persoalan karhutla dianggap lebih efektif diatasi melalui upaya pencegahan (mitigasi) daripada upaya penanganan atau pengendalian [4].

Upaya mitigasi bencana adalah upaya untuk menekan dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh suatu jenis bencana. Mitigasi bencana kebakaran hutan dan lahan adalah bagaimana kebakaran hutan dan lahan dapat dicegah atau dikurangi di kemudian hari baik frekuensi, intensitas maupun sebaran kejadiannya. Strategi utama untuk mencegah kebakaran hutan dan lahan di Indonesia adalah dengan menerapkan strategi *zero burning* atau penyiapan lahan tanpa bakar. Strategi lainnya, yaitu zonasi wilayah rawan kebakaran hutan, pengelolaan kawasan hutan dengan membuat fire breaker, pengembangan hutan kemasyarakatan sebagai *buffer zone*, pengelolaan sistem informasi penanggulangan bencana kebakaran melalui pengembangan sistem peringatan dini kebakaran hutan, dan penyediaan dana untuk pelatihan penanggulangan bencana dan penelitian ilmiah tentang kebakaran hutan [5].

Sistem peringatan dini (*early warning system*) merupakan bagian penting dari mekanisme kesiapsiagaan masyarakat, aparat dan akademisi dari kegiatan pengurangan risiko bencana. Sistem peringatan dini memberitahukan secara cepat potensi/ancaman hingga terjadinya bencana, merespon secara cepat dan tepat potensi/ancaman terjadinya bencana, membantu evakuasi penyelamatan penduduk lebih cepat, serta mencegah dan mengurangi dampak bencana [6]. Sistem peringatan dini berfungsi mengantisipasi terjadinya kebakaran hutan dan meminimalkan wilayah kebakaran hutan [7]. Peringatan dini dapat diwujudkan salah satunya melalui terapan teknologi IoT (*internet of things*) yang menghasilkan sebuah alat deteksi yang mampu membantu pemantauan dan mendeteksi gejala awal yang berpotensi sebagai pemicu terjadinya kebakaran hutan melalui pemanfaatan sensor [8]. Pemanfaatan teknologi untuk penanganan karhutla di Indonesia mulai banyak dilakukan berbagai pihak, termasuk di instansi pemerintahan. Aplikasi SIPONGI merupakan sistem deteksi dan peringatan dini yang dibangun hasil kerjasama antara Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan melakukan kerjasama dengan pihak LAPAN dan BMKG. Selain itu, KLHK mengembangkan *monitoring* kondisi hutan menggunakan teknologi CCTV panas yang dipasang di daerah rawan kebakaran yang tersebar di 6 provinsi di Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mempunyai sistem informasi InaRISK yang menyediakan data indeks resiko bencana alam di Indonesia.

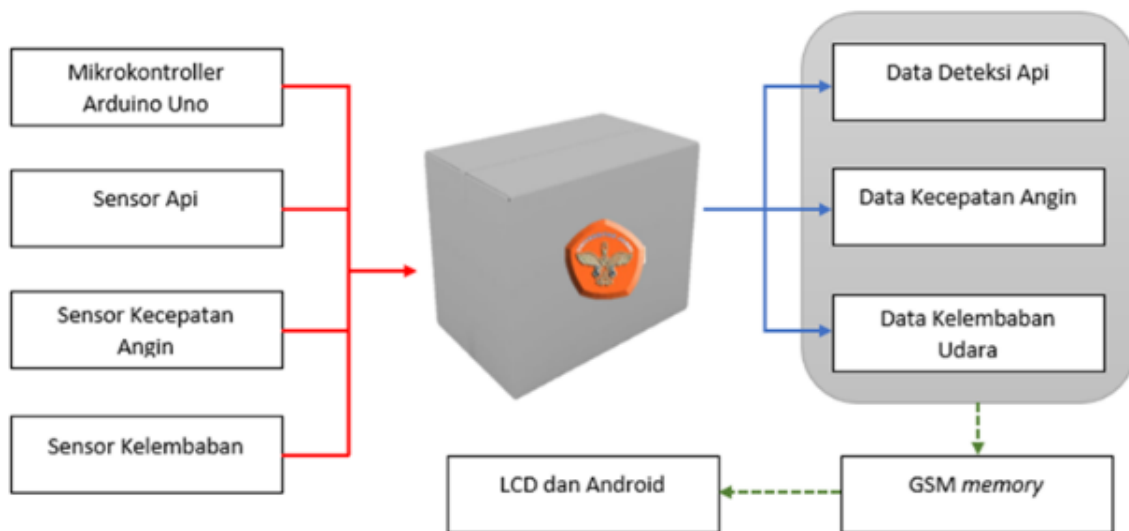
IoT merupakan salah satu bentuk inovasi berdasarkan sensor cerdas dan perangkat pintar yang bekerja bersama dan terhubung oleh jaringan internet [9]. Secara garis besar, IoT menggunakan beberapa teknologi yang terintegrasi meliputi sensor sebagai pembaca data, jaringan internet, *radio frequency identification* (RFID), *wireless sensor network*, dan perangkat lainnya [10]. Melalui penelitian ini, penulis akan melakukan perancangan dan perakitan alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi gejala awal yang berkemungkinan

berpotensi sebagai pemicu terjadinya kebakaran hutan, yaitu berupa titik api, kecepatan angin, dan kelembaban udara di suatu wilayah dengan menerapkan teknologi IoT melalui pemanfaatan sensor.

METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem Perangkat Keras

Sistem perangkat keras sistem *monitoring* titik api sebagai upaya mitigasi bencana



Gambar 2. Skema perancangan perangkat keras sistem *monitoring* titik api.

Garis panah merah merupakan garis penghubung komponen masukan. Garis panah biru merupakan garis penghubung data keluaran, sedangkan garis panah hijau menghubungkan data keluaran dengan komponen display. Komponen masukan sistem terdiri dari perangkat pengendali utama yang berupa mikrokontroler arduino uno. Adapun komponen masukan yang berfungsi sebagai penangkap data terdiri dari tiga jenis sensor yaitu sensor api, sensor kecepatan angin, dan sensor kelembaban udara. Sensor api berfungsi untuk mendeteksi keberadaan api di sekitar alat pendeteksi. Sensor kecepatan angin berfungsi untuk menghitung nilai kecepatan angin yang berada di sekitar alat pendeteksi, dan sensor kelembaban berfungsi untuk menangkap nilai kelembaban udara. Ketiga sensor ini akan memberikan nilai masukan untuk dikirim ke

kebakaran lahan gambut terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian sistem masukan dan bagian sistem keluaran. Bagian sistem masukan terdiri dari komponen-komponen elektronika yaitu mikrokontroler arduino uno, sensor api, sensor kecepatan angin, dan sensor kelembaban udara. Pada bagian sistem keluaran terdiri dari komponen-komponen elektronika yaitu GSM memory, LCD, dan android. Diagram perangkat keras sistem *monitoring* ditampilkan dalam Gambar 2.

pangkalan data dan kemudian akan ditampilkan ke android melalui teknologi IoT.

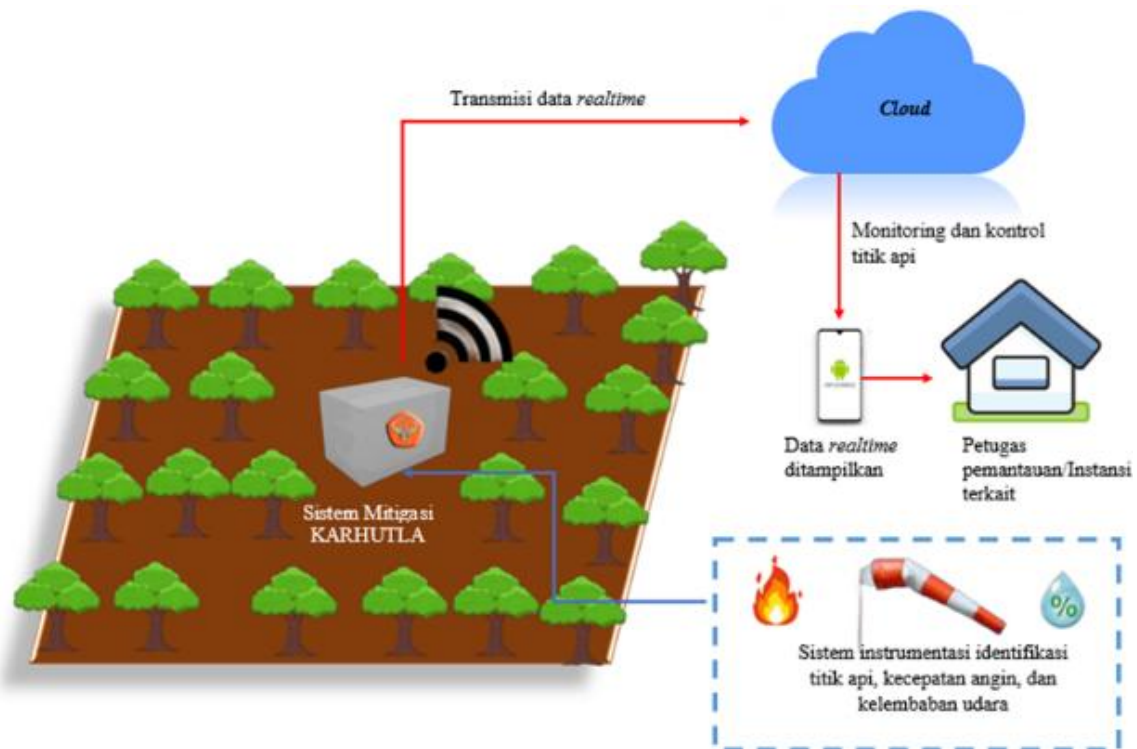
Desain Sistem *Monitoring* Titik Api

Sistem *monitoring* titik api sebagai upaya mitigasi bencana kebakaran didesain dalam bentuk prototipe sebuah lahan hutan dan di dalamnya akan diletakkan prototipe alat pendeteksi yang terdiri atas tiga parameter yaitu parameter api, kecepatan angin, dan kelembaban udara. Secara keseluruhan alur proses mitigasi kebakaran ditampilkan oleh Gambar 3.

Ketiga parameter yang terdapat dalam sistem ini berfungsi sebagai indikator kerentanan dan tingkat kewaspadaan bencana kebakaran hutan. Data yang terbaca oleh sistem akan disimpan dan kemudian dikirimkan secara

real time ke perangkat android. Hal ini bertujuan akan dapat dilakukannya proses pemantauan secara jarak jauh oleh petugas

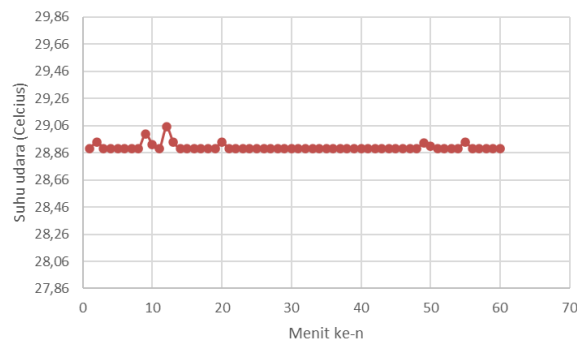
terkait dengan cakupan area pemantauan yang luas.



Gambar 3. Skema mitigasi kebakaran hutan menggunakan sistem deteksi titik api dengan 3 parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Suhu



Gambar 4. Hasil pengukuran suhu selama 60 menit.

Pengujian sensor suhu dilakukan selama 60 menit melalui uji coba terbatas. Uji coba terbatas dirancang dengan cara meletakkan alat *monitoring* kebakaran hutan di suatu ruangan tertutup dan pada ruangan uji coba tersebut telah dipasang kipas angin dengan kecepatan

tetap. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Gambar 4.

Untuk menghitung tingkat akurasi dari system pengukuran sensor suhu yang dikembangkan, maka digunakan formulasi berikut:

$$\text{akurasi} = 100\% - \text{kesalahan relatif} \quad (1)$$

Tingkat kesalahan relatif diperoleh melalui rasio dari simpangan baku (standar deviasi pengukuran) dibagi dengan nilai rata-rata data hasil pengukuran dan dikali 100%, sebagaimana ditampilkan melalui formulasi berikut:

$$\text{kesalahan relatif} = \left(\frac{SD}{\bar{x}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

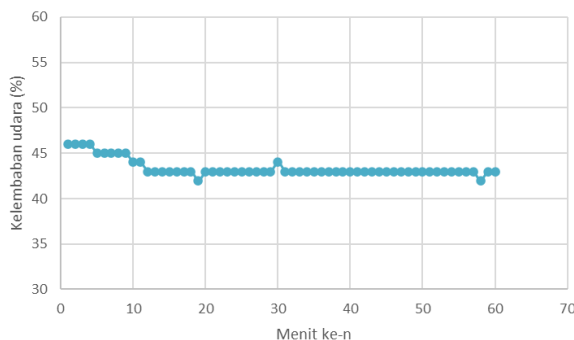
Sedangkan nilai dari standar deviasi diperoleh melalui formulasi berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

Berdasarkan uji coba terbatas yang dilakukan selama 60 menit, diperoleh nilai standar deviasi pengukuran yaitu sebesar 0,0275. Nilai kesalahan relative yaitu sebesar 0,095%, sehingga tingkat akurasi pengukuran sensor suhu yaitu sebesar 99,9%.

Pengujian Sensor Kelembaban

Pengujian sensor kelembaban dilakukan selama 60 menit melalui system uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilaksanakan di suatu ruang tertutup dimana telah terpasang kipas angin dengan kecepatan tetap yang diletakkan sejajar dengan alat *monitoring*. Hasil pengukuran kelembaban udara dapat dilihat pada Gambar 5.



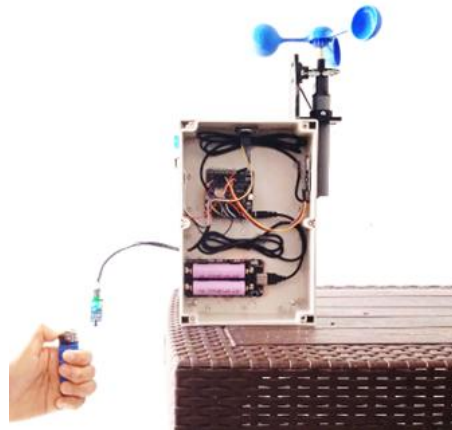
Gambar 5. Hasil pengukuran kelembaban selama 60 menit

Berdasarkan uji coba terbatas terhadap pengukuran sensor kelembaban udara yang dilakukan selama 60 menit, diperoleh nilai standar deviasi pengukuran yaitu sebesar 0,93. Nilai kesalahan relative yaitu sebesar 2,15%, sehingga tingkat akurasi pengukuran sensor kelembaban yaitu sebesar 97,85%.

Pengujian Sensor Api

Pengujian sensor api dilakukan dengan cara meletakkan alat *monitoring* kebakaran di dekat sumber api. Uji coba terbatas dilaksanakan di suatu ruang tertutup. Sumber api yang

digunakan yaitu pemantik manual seperti pada Gambar 6.

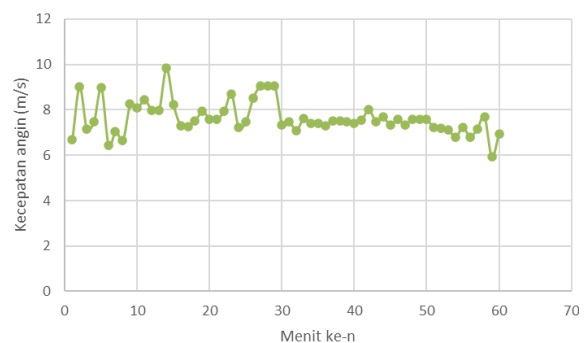


Gambar 6. Pengujian sensor api.

Ketika sumber api dinyalakan maka sensor akan mendeteksi keberadaan panas dan alat *monitoring* akan menghidupkan secara otomatis alarm buzzer yang telah dipasang, sehingga buzzer akan berbunyi. Berdasarkan pengujian terhadap sensor api, maka dapat diketahui bahwa system pendeteksian titik api dapat bekerja dengan baik yang ditandai oleh langsung berbunyinya alarm buzzer ketika pemantik dinyalakan.

Pengujian Sensor Kecepatan Angin

Pengujian sensor kecepatan angin dilakukan selama 60 menit melalui system uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilaksanakan di suatu ruang tertutup dimana telah terpasang kipas angin dengan kecepatan tetap yang diletakkan sejajar dengan alat *monitoring*. Hasil pengukuran kecepatan angin dapat dilihat pada Gambar 7.



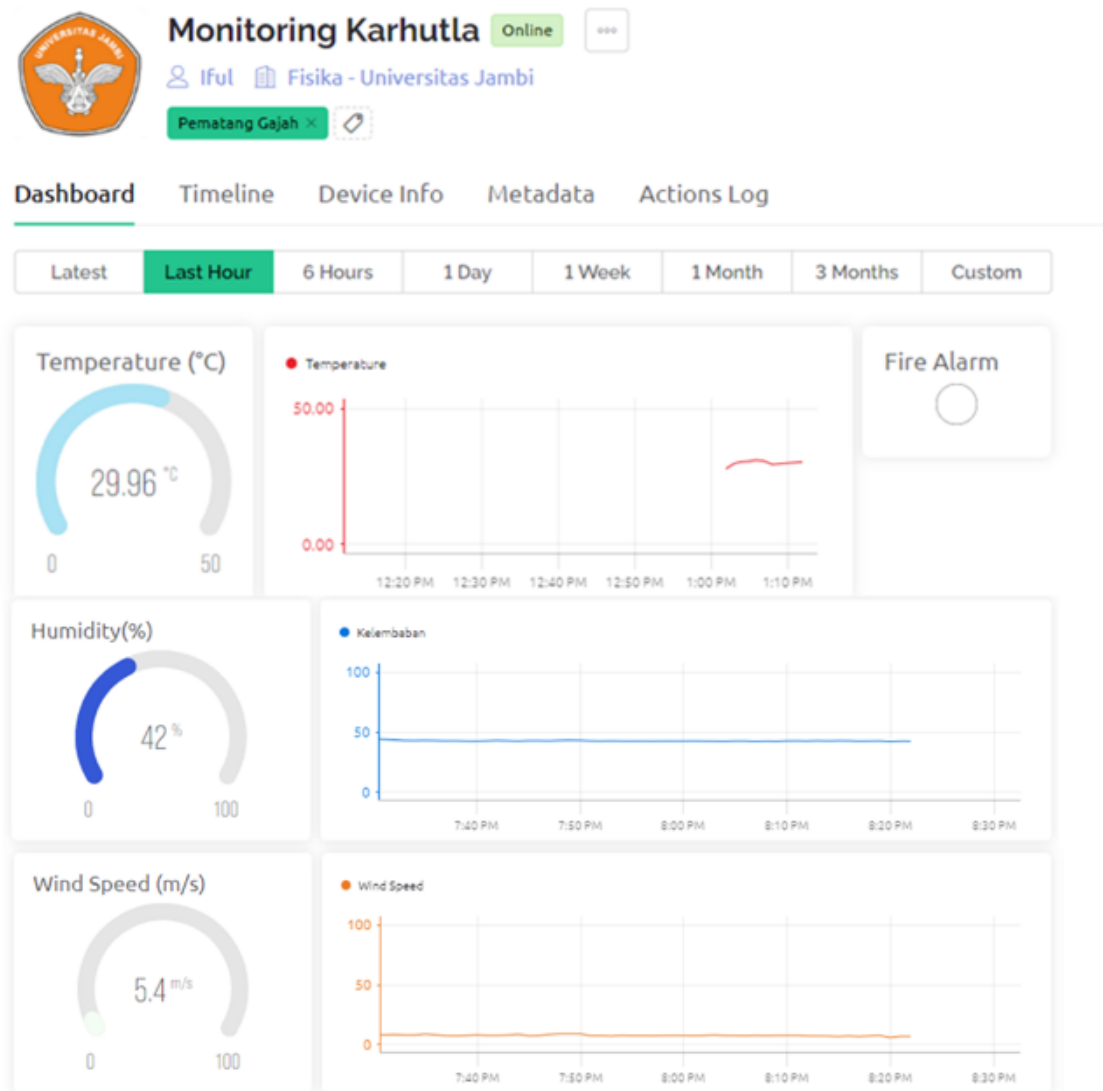
Gambar 7. Hasil pengukuran kecepatan angin selama 60 menit.

Berdasarkan uji coba terbatas yang dilakukan selama 60 menit, diperoleh nilai standar deviasi pengukuran yaitu sebesar 0,7. Nilai kesalahan relative yaitu sebesar 9,22%, sehingga tingkat akurasi pengukuran sensor suhu yaitu sebesar 90,78%.

Pengujian System Internet of Things (IoT)

Sistem IoT dikembangkan menggunakan aplikasi Blynk, dimana data pemantauan secara

realtime dapat ditampilkan pada perangkat smartphone dan perangkat computer melalui website yang tersedia. Data pengukuran uji coba terbatas melalui *monitoring* system IoT pada website seperti pada Gambar 8. Pada system *monitoring* yang telah dikembangkan ini, kinerja *monitoring* parameter-parameter kebakaran hutan dapat terbaca dengan baik dan *realtime*.



Gambar 8. Tampilan *monitoring* suhu dan titik api melalui IoT.

KESIMPULAN

Sistem *monitoring* kebakaran hutan yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Melalui uji coba yang telah dilakukan, sensor suhu memiliki akurasi sebesar 99,9%,

sensor kelembaban udara memiliki akurasi sebesar 97,85%, dan sensor kecepatan angin memiliki akurasi sebesar 90,70%. Sistem pendeteksi titik api juga memiliki kinerja yang baik, dimana sensor dapat mendeteksi keberadaan panas secara *realtime*.

Pengembangan system IoT untuk *monitoring* empat parameter kebakaran hutan dibuat menggunakan aplikasi Blynk. Sistem tersebut dapat bekerja dengan baik dimana data-data dari keempat parameter kebakaran hutan dapat di *monitoring* secara realtime melalui perangkat computer maupun melalui smartphone.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai menggunakan dana PNBP Fakultas Universitas Jambi Tahun 2022.

REFERENSI

1. BNPB. (2019). *Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) (Internet)*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (diakses tanggal 25 Juni 2022). URL: <http://bnpb.cloud/dibi>.
2. KLHK. (2019). *Analisa Data Luas Areal Kebakaran Hutan dan Lahan Tahun 2019*. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan.
3. Harrison, M. E., Page, S. E., & Limin, S. H. (2009). The global impact of Indonesian forest fires. *Biologist*, **56**(3), 156–163.
4. Syaufina, L. (2018). Forest and land fires in Indonesia: Assessment and mitigation. *Integrating Disaster Science and Management*, 109–121.
5. Sudibyakto, S. S. (2003). Anomali Iklim Dan Mitigasi Kebakaran Hutan di Indonesia. *Majalah Geografi Indonesia*, **17**(1), 71–80.
6. Jung, M., Reichstein, M., Ciais, P., Seneviratne, S. I., Sheffield, J., Goulden, M. L., ... & Zhang, K. (2010). Recent decline in the global land evapotranspiration trend due to limited moisture supply. *Nature*, **467**(7318), 951–954.
7. Leuenberger, M., Parente, J., Tonini, M., Pereira, M. G., & Kanevski, M. (2018). Wildfire susceptibility mapping: Deterministic vs. stochastic approaches. *Environmental Modelling & Software*, **101**, 194–203.
8. Miller, C., & Ager, A. A. (2012). A review of recent advances in risk analysis for wildfire management. *International journal of wildland fire*, **22**(1), 1–14.
9. Keoh, S. L., Kumar, S. S., & Tschofenig, H. (2014). Securing the internet of things: A standardization perspective. *IEEE Internet of things Journal*, **1**(3), 265–275.
10. Guo, B., Zhang, D., Wang, Z., Yu, Z., & Zhou, X. (2013). Opportunistic IoT: Exploring the harmonious interaction between human and the internet of things. *Journal of Network and Computer Applications*, **36**(6), 1531–1539.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)