

SISTEM REAL TIME MONITORING PENDETEKSI KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI PROVINSI RIAU

REAL TIME MONITORING SYSTEM FOR FOREST AND LAND FIRE DETECTION IN RIAU PROVINCE

Yuda Irawan¹, Rometdo Muzawi², Agus Alamsyah³

^{1,3}Universitas Hang Tuah Pekanbaru,

²STMIK Amik Riau

yudairawan89@gmail.com

ABSTRAK

Forest and land fires in Riau are natural disasters that recur every dry season. Soil conditions in the Riau region are peat soil types with a total area of approximately 4.04 million hectares or 56.1% of the area of peatlands in Sumatra, making them very vulnerable to fire. One solution in this research is to design a fire system with the application of Internet of Things (IoT) technology to find out more quickly the signs of forest and land fires. In distributing data to the server, the proposer utilizes cloud computing as data storage and distribution. Argon (Photon) particles are useful for strong wifi connections, besides that, an IR Fire Detector sensor is needed as a high-tech fire detection device to determine the spectral pattern emitted by fire. On the other hand, the application of the DHT22 Sensor is used as a monitoring of air quality and humidity in measuring air quality which will be useful during air conditions caused by fires. Meanwhile, to determine the location of forest or land fires, researchers used the Neo 6m GPS module. In measuring the condition of levels in the air, an MQ2 sensor is needed, and to detect moisture levels in the soil using a Soil Moisture Sensor. The data generated from fire detectors located at points of forest and land areas will be stored in a local database. Based on the results of the research that has been carried out, it can be concluded that a fire detector using the parameters of fire, temperature, smoke, air humidity, and soil moisture can work well. Argon particles can receive input and make connections so that they are connected using the IoT concept to a web server so that users can monitor land conditions in real time.

Keyword: Fire Detection, IoT, Cloud Computing

ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan di Riau merupakan bencana alam yang berulang setiap musim kemarau. Kondisi tanah di wilayah Riau merupakan jenis tanah gambut dengan luas total kurang lebih 4,04 juta hektar atau 56,1% dari luas lahan gambut di Sumatera, sehingga sangat rentan terhadap kebakaran. Salah satu solusi dalam penelitian ini adalah merancang sistem kebakaran dengan penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk mengetahui lebih cepat tanda-tanda kebakaran hutan dan lahan. Dalam mendistribusikan data ke server, pengusul memanfaatkan cloud computing sebagai penyimpanan dan pendistribusian data. Partikel Argon (Photon) berguna untuk koneksi wifi yang kuat, selain itu juga diperlukan sensor IR Fire Detector sebagai perangkat yang mendeteksi kebakaran berteknologi tinggi dalam menentukan pola spektral yang dipancarkan oleh api. Di sisi lain, penerapan Sensor DHT22 digunakan sebagai pemantauan kualitas udara dan kelembaban dalam mengukur kualitas udara yang akan berguna pada saat kondisi udara yang disebabkan oleh kebakaran. Sedangkan untuk menentukan lokasi kebakaran hutan atau lahan, peneliti menggunakan modul GPS Neo 6m. Dalam mengukur kondisi kadar di udara diperlukan sensor MQ2, dan untuk mendeteksi kadar kelembapan air dalam tanah menggunakan Soil Moisture Sensor. Data yang dihasilkan dari detektor kebakaran yang terletak di titik kawasan hutan dan lahan akan disimpan dalam database lokal. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa alat pendeteksi kebakaran dengan menggunakan parameter api, suhu, asap, kelembaban udara, dan kelembaban tanah dapat bekerja dengan baik. Partikel Argon dapat menerima input dan membuat koneksi sehingga terhubung menggunakan konsep IoT ke web server sehingga pengguna dapat memantau kondisi lahan secara real time.

Kata Kunci: Deteksi Kebakaran, IoT, Cloud Computing

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, khususnya wilayah Provinsi Riau. Bencana kebakaran di Riau ini menimbulkan dampak kerusakan lingkungan yang sangat besar, kerugian ekonomi, masalah kesehatan, dan permasalahan sosial. Faktanya, kebakaran hutan dan lahan di Riau memberikan dampak asap yang menyebar diluar batas administrasi negara. Kebakaran hutan dan lahan di Riau merupakan bencana alam yang selalu berulang setiap memasuki musim kemarau. Menurut Kementerian Kesehatan kebakaran hutan dan lahan yang terjadi pada tahun 2015 yang salah satunya di Riau merupakan bencana kebakaran terburuk dalam 18 tahun, yang menyebabkan polusi udara yang sangat parah di beberapa negara Asia Tenggara (Yusuf et al., 2019). Kebakaran hutan dan lahan tersebut mencapai 52% dari total kejadian kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di Indonesia, adapun kebakaran tersebut terjadi di Kabupaten Pelalawan, Siak, Rokan Hilir, dan Bengkalis. Berdasarkan lokasi kejadian, hampir 75% bencana kebakaran tersebut terjadi di lahan gambut (Silva Yunianto, 2020). Kondisi tanah di daerah Riau merupakan tanah dengan jenis gambut dengan total luas lebih kurang 4,04 juta hektare atau 56,1% dari luas total lahan gambut di Sumatera sehingga sangat rentan terbakar (Mubekti, 2013).

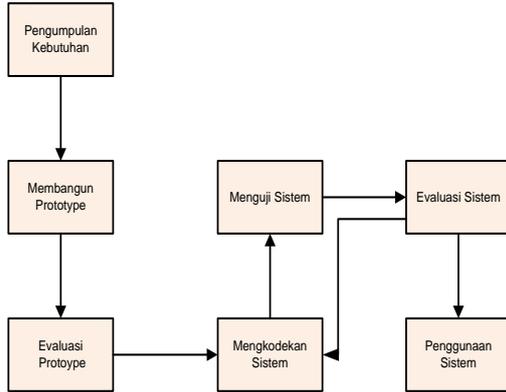
Kebakaran hutan di lahan gambut sering kali menyebabkan bencana asap yang dapat mengganggu aktivitas dan kesehatan masyarakat sekitar. Hal tersebut dikarenakan kebakaran hutan di lahan gambut menghasilkan emisi karbon terutama dalam bentuk karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) dalam jumlah besar ke atmosfer sehingga

menghasilkan asap yang tebal (Leven et al., 2017). Kebakaran hutan di lahan gambut disebabkan oleh 2 faktor yaitu faktor alami dan faktor perbuatan manusia. Salah satu faktor alami yang menyebabkan terjadinya kebakaran yaitu cuaca panas pada musim kemarau panjang yang membuat lahan mengalami kekeringan, sedangkan faktor akibat ulah manusia antara lain dikarenakan pembukaan lahan, penebangan, dan pembakaran liar (Kumalawati, Rosalina. Dianita Anjarini, 2019).

Salah satu Solusi dalam penelitian ini akan dirancang sebuah sistem *Forest Alert* untuk dapat mengetahui lebih cepat adanya tanda-tanda kebakaran hutan dan lahan (Reza Anang Setyawan et al., 2020), (Sopiandi, 2018). Teknologi yang akan dirancang ini merupakan penggabungan beberapa komponen teknologi yang dikemas menjadi satu dan ditempatkan kedalam hutan atau lahan (Junaidi, 2015), (Zheng et al., 2014), (Choi & Lim, 2016), (Rojas, A., 2015), (Sungheetha & Sharma R, 2020). Sistem ini dirancang untuk mengakses area hutan dan lahan yang jauh dan tidak terjangkau yang dilengkapi dengan beberapa sensor dalam mendeteksi kebakaran hutan sebelum api keluar dan mengirimkan informasi tersebut kepada pemilik lahan dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Pekanbaru (Chang & Jeong, 2017), (Novian Patria Uman Putra, Aji Akbar Firdaus, Winarno, Alim Prasaja, 2021). Sistem ini akan mendeteksi kebakaran dengan cepat dan akurat sebelum menyebar ke ratusan hektar dan diluar kendali, sehingga ketika terjadi bencana kebakaran maka resiko menjalarnya api ke tempat yang lebih luas dapat di tanggulangi dengan cepat.

METODE

Adapun kerangka kerja dalam penelitian ini sebanyak 7 tahapan yang digambarkan berikut ini:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Tahapan diatas dapat dijelaskan sebagai berikut : Berdasarkan kerangka kerja diatas, maka masing – masing tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengumpulan Kebutuhan

Dalam pengumpulan data, metode yang digunakan dalam penulisan ini yaitu Studi Pustaka, dengan mempelajari dan membaca teori tentang sistem kebakaran yang menunjang penulisan ini serta referensi dari jurnal lain yang akan menunjang pembahasan.

2. Membangun Prototyping

Membangun *prototyping* dengan membuat perancangan *sistem kebakaran* sesuai data yang ada berdasarkan tahapan yang ditetapkan pada tapan pengumpulan data (Muzawi & Fauzan, 2018).

3. Evaluasi Prototyping

Evaluasi ini dilakukan oleh peneliti apakah *prototyping* yang sudah dibangun sudah sesuai dengan keinginan. Jika sudah sesuai maka langkah 4 akan diambil. Jika tidak *prototyping* akan direvisi dengan mengulang langkah 1, 2 , dan 3.

4. Mengkodekan Sistem

Dalam tahap ini *prototyping* yang sudah di sepakati diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman yang sesuai.

5. Menguji Sistem

Setelah *sistem kebakaran* sudah jadi yang siap pakai, maka harus dites dahulu sebelum digunakan.

6. Evaluasi

Menguji seluruh spesifikasi yang terstruktur, baik dari segi hardware maupun software secara keseluruhan. Pada tahap ini dilakukan uji coba sistem yang telah selesai dibuat. Proses uji coba ini diperlukan untuk memastikan bahwa sistem yang telah dibuat sudah benar, sesuai dengan karakteristik yang ditetapkan dan tidak ada kesalahan yang terkandung didalamnya.

7. Penggunaan Sistem

Perangkat yang telah diuji dan siap untuk digunakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Sistem

Sistem yang dibangun merupakan sistem berbasis website yang berguna untuk melakukan monitoring secara online dan realtime karhutla darimana saja dan kapan saja. Adapun rancangan sistem yang digunakan adalah sebagai berikut:



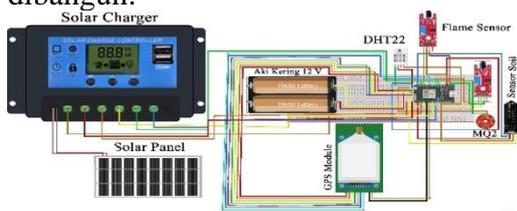
Gambar 2. Rancangan Dashboard Monitoring

Pada parameter sensor api dan asap akan menunjukkan status “bahaya” apabila sensor mendeteksi adanya titik

api dan asap. Jika parameter api dan asap sudah terdeteksi maka kemungkinan besar telah terjadi kebakaran di lahan. Pada suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah hanya bersifat pendeteksi dini kebakaran, yang artinya adalah parameter tersebut menjadi indikator early warning sebelum terjadinya kebakaran. Jika sensor tersebut mendeteksi mencapai indikator tertentu yang telah ditetapkan maka pihak berwenang bisa mengantisipasi agar tidak terjadi kebakaran. Menu lokasi akan mendeteksi titik koordinat dari GPS yang tertanam di alat, dan menampilkan melalui google maps dan mengirim titik koordinat ke telegram pada saat terjadi kebakaran.

2. Perancangan Alur Kerja Sistem Real Time Monitoring

Dalam melakukan perancangan alat pendeteksi kebakaran terlebih dahulu mendefinisikan spesifikasi kebutuhan sistem atau alat yang akan dibangun. Adapun kegiatan pertama yang dilakukan dalam perancangan alat yaitu penentuan parameter untuk mendeteksi kebakaran. Adapun parameter yang digunakan adalah api, suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan asap. Setelah menentukan parameter yang akan digunakan maka Langkah selanjutnya yaitu melakukan pemilihan sensor dan komponen pendukung. Berikut rancangan komponen yang akan dibangun:



Gambar 3. Rancangan Komponen

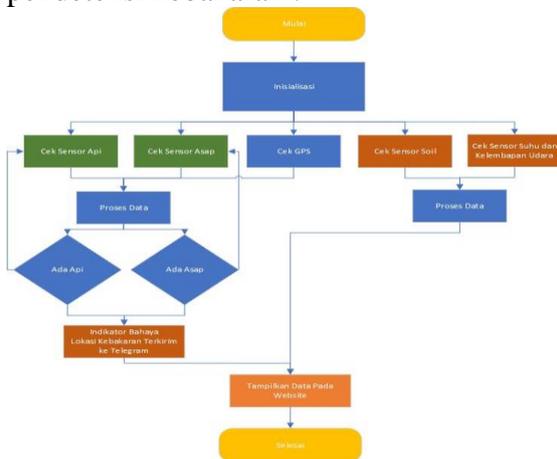
Adapun spesifikasi perangkat atau komponen yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat

No	Nama Perangkat	Keterangan
1	Particle Argon dan Photon	Perangkat microcontroller seperti Arduino yang memiliki kemampuan wifi dan pengiriman data lebih cepat serta bisa dilakukan pemrograman jarak jauh.
2	Soil Moisture Sensor	Sensor berfungsi untuk pendeteksi inputan kelembapan tanah
3	Adjustable Step Down	Perangkat elektronik yang berfungsi untuk stabilisasi daya listrik
4	GPS Neo 6M	GPS berfungsi untuk mengirimkan titik koordinat lokasi pada saat terjadi kebakaran
5	DHT22 Sensor	Sensor untuk mendeteksi inputan suhu dan kelembapan udara
6	MQ2 Sensor	Sensor berfungsi untuk mendeteksi asap
7	Flame Sensor	Sensor untuk mendeteksi api
8	Aki Kering	Aki berfungsi untuk sumber daya pada seluruh komponen elektronika yang terpasang
9	Modem	Modem berfungsi sebagai perangkat untuk menghubungkan

		alat dengan internet
10	Solar Panel 10 WP	Solar panel berfungsi untuk mengisi sumber daya listrik dari cahaya matahari
11	Solar Charger Controller 20A	Berfungsi untuk penghubung dan pengecas dari solar panel ke aki
12	Project Board	Berfungsi untuk menghubungkan seluruh perangkat elektronik ke particle argon.

Berikut alur sistem real time monitoring pendeteksi kebakaran :



Gambar 4. Alur Kerja Sistem

Pada gambar diatas menjelaskan tentang flowchart sistem dimana nilai sensor api dan asap digunakan sebagai indikator terjadi atau tidak terjadi kebakaran. Jika terjadi kebakaran berupa terdeteksi titik api atau asap maka sistem akan mengirimkan peringatan ke website dan mengirim titik koordinat melalui pesan telegram. Pada komponen sensor soil, sensor suhu dan kelembapan udara berfungsi sebagai pendeteksi dini kebakaran, dimana sensor tersebut akan mengirim data kelembapan udara, suhu, kadar kelembapan tanah, sehingga dari beberapa parameter tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam

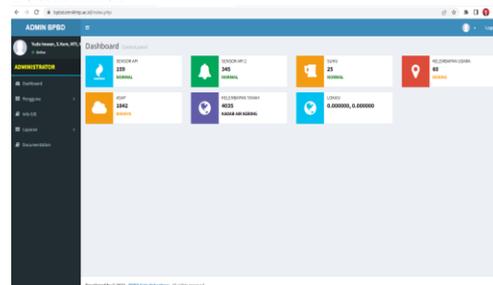
mengantisipasi kemungkinan terjadinya kebakaran.

Berikut tampilan alat pendeteksi kebakaran yang telah dirancang:



Gambar 5. Tampilan Alat Pendeteksi Kebakaran

Berikut tampilan halaman website yang digunakan untuk melakukan monitoring keadaan lahan secara realtime:



Gambar 6. Tampilan Halaman Website

3. Pengujian Awal

Pada tahapan pengujian awal tim meneliti melakukan pengujian beberapa komponen elektronik seperti photon, gps dan sensor. Pengujian photon bertujuan untuk mengetahui mekanisme pemrograman dan integrasi pada photon tersebut. Berbeda dengan pemrograman menggunakan Arduino uni kit yang melakukan pengkodean secara offline, photon memiliki kelebihan yaitu dapat dilakukan konfigurasi dan pengkodean secara online melalui website particle.io.

Dari hasil uji coba photon ditemukan kendala dalam perpindahan perangkat komputer pada saat melakukan pengkodean, dimana peneliti menemukan kesulitan pada saat melakukan reset perangkat photon untuk pindah koneksi wifi dan PC. Solusi dari permasalahan ini maka peneliti menggunakan particle argon sebagai alternatif pengganti photon dan telah dilakukan uji coba perpindahan perangkat wifi dan PC dengan sukses.

Permasalahan lain terjadi pada saat melakukan koneksi gps tiny shield, yang mana GPS tersebut tidak dapat terkoneksi dengan particle argon sehingga peneliti mengambil alternatif menggunakan gps neo 6m. Telah dilakukan uji coba koneksi gps neo 6m ke particle argon dan uji coba dinyatakan sukses. Gps dapat mengirim titik koordinat ke sistem melalui uji coba di telegram.

Pengujian sensor api, DHT22, MQ2, dan sensor soil telah dilakukan dan seluruh perangkat dinyatakan sukses terintegrasi dan dapat menerima input data.

Pengujian sistem berbasis web untuk monitoring berjalan lancar, sistem dapat menampilkan inputan dari sensor melalui aplikasi berbasis web.

4. Pengujian Akhir

Pengujian sistem pendeteksi kebakaran berbasis internet of things dengan perangkat particle argon dilakukan untuk menguji bahwa sensor api, sensor asap, sensor soil, sensor suhu dan kelembapan udara, serta gps dapat bekerja sesuai dengan harapan dan informasi yang telah diolah dapat ditampilkan melalui website secara real time. Berikut ditampilkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan:

Tabel 2. Hasil Pengujian

Komponen	Uji		
	Kalibrasi	Respon	Hasil
Suhu	$\leq 37^{\circ}\text{C}$ = Normal	Merespon Suhu	Sukses
	$38^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$ = Siaga	Merespon Suhu	Sukses
	$\geq 46^{\circ}\text{C}$ = Bahaya	Merespon Suhu	Sukses
Kelembapan Udara	≤ 50 = Kering	Merespon Kelembapan Udara	Sukses
	≥ 51 = Lembab	Merespon Kelembapan Udara	Sukses
Kelembapan Tanah	>3500 = Kadar Air Kering	Merespon Kelembapan Tanah	Sukses
	1500 s/d 3500 = Kadar Air Sedang	Merespon Kelembapan Tanah	Sukses
	< 1500 = Kadar Air Tinggi	Merespon Kelembapan Tanah	Sukses

		an Tanah	
Asap	$\leq 1700 =$ Normal	Meresp on kadar asap	Suk ses
	$> 1700 =$ Bahaya	Meresp on kadar asap	Suk ses
Api	$\leq 2000 =$ Normal	Tidak Meresp on api	Suk ses
	$> 2000 =$ Bahaya	Meresp on api	Suk ses
Tes Pengirim an Lokasi GPS	Tes Pengiri man Data Longitu de dan Latitude	GPS Terhubu ng	Suk ses
Tes Pengirim an Titik Lokasi Kebakar an	Tes Pengiri man Lokasi Kebakar an	Titik Lokasi Terkiri m	Suk ses
Interkon eksi Penghant aran data	Cek Koneksi	Terhubu ng	Suk ses
Penyimp anan Data	Tes simpan data	Tersimp an	Suk ses
Koneksi dengan cloud server	Cek koneksi	Terhubu ng	Suk ses
Informas i pengelol ahan data dari cloud server	Tes pengam bilan data	Informa si berhasil ditampil kan	Suk ses
Koneksi Pengisia n Daya	Tes pengisia n daya ke Aki	Aki berhasil terisi daya	Suk ses

Koneksi Internet	Tes Koneksi	Koneksi Internet Berhasil	Suk ses
---------------------	----------------	---------------------------------	------------

Dalam melakukan pengujian sensor api dilakukan menggunakan pembakaran amterial kertas yang di arahkan ke sensor. Hasil yang diperoleh adalah sensor dapat membaca api dan mengirimkan data ke website.

Pengujian selanjutnya adalah untuk melihat keberhasilan dalam pembacaan asap menggunakan sensor MQ2. Peneliti melakukan pembakaran kertas sehingga menimbulkan asap dan mengarah ke sensor asap, dari hasil pengujian maka sensor berhasil mendeteksi asap tersebut dan mengirimkan informasi melalui sistem.

Dari uji coba sensor asap dan api maka GPS berhasil mengirimkan titik koordinat lokasi kebakaran melalui telegram dan website.

Pengujian berikutnya yaitu sensor suhu dan kelembapan udara menggunakan sensor DHT11. Pengujian dilakukan dengan memanaskan suhu sekitar sensor, dari hasil pengujian maka sensor dapat menerima inputan suhu ruangan dan kelembapan udara dan mengirim data melalui website.

Pada pengujian sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah dengan mencelupkan sensor soil kedalam tanah. Pengujian dilakukan dengan mengisi tanah dengan air. Dari hasil pengujian maka sensor dapat menerima inputan dengan baik pada saat kondisi tanah lembap ataupun kering.

Peneliti juga melakukan pengujian pada solar panel untuk mengisi daya pada aki kering. Pengujian dilakukan dengan membawa alat di luar ruangan agar solar panel dapat langsung menerima cahaya matahari. Dari hasil pengujian maka dihasilkan bahwa aki terisi daya berasal dari solar panel tersebut.



Gambar 7. Dokumentasi Pengujian Bersama Tim Peneliti



Gambar 8. Dokumentasi Pengujian Bersama BPBD Kota Pekanbaru

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa alat pendeteksi kebakaran dengan menggunakan parameter api, suhu, kelembapan udara, asap, dan kelembapan tanah dapat bekerja dengan baik. Particle Argon dapat menerima inputan dan melakukan pemrosesan sehingga terhubung menggunakan konsep IoT ke web server sehingga pengguna dapat memantau kondisi lahan secara real time. Alat pendeteksi kebakaran yang dikembangkan dapat mendeteksi kebakaran secara real time dan juga memiliki fungsi deteksi dini kebakaran yang berguna untuk mengantisipasi kondisi lahan agar tidak terjadi kebakaran. Adapun penggunaan sensor-

sensor mempunyai peranan masing-masing sehingga jika terjadi permasalahan pada salah satu sensor maka alat memiliki alternatif sensor lain dan dapat terus berfungsi.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan melalui Pendanaan Program Riset Keilmuan Tahun 2021

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, S., & Jeong, K. (2017). A mobile application for fine dust monitoring system. *Proceedings - 18th IEEE International Conference on Mobile Data Management, MDM 2017*, 336–339. <https://doi.org/10.1109/MDM.2017.55>
- Choi, Y., & Lim, Y. (2016). Optimization Approach for Resource Allocation on Cloud Computing for IoT. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3479247>
- Junaidi, A. (2015). Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya: Review. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi, IV(3)*, 62–66.
- Kumalawati, Rosalina. Dianita Anjarini, E. (2019). Penyebab kebakaran hutan dan lahan gambut di kabupaten barito kuala provinsi kalimantan selatan. *Prosiding Seminar Nasional Diselenggarakan Pendidikan Geografi FKIP UMP*, 1(1), 263–275.
- Leven, T. S., Rismawan, T., & Nirmala, I. (2017). Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Kebakaran Hutan Dan Lahan Gambut Berbasis

- Arduino Dengan Antarmuka Website Dan Short Message Service (Sms). *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 05 No.3(3), 72–79.
- Mubekti, M. (2013). Studi Pewilayahan Dalam Rangka Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan Di Provinsi Riau. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 13(2), 88–94. <https://doi.org/10.29122/jsti.v13i2.883>
- Muzawi, R., & Fauzan, A. (2018). Prototype Pengontrolan Titik Fokus Panel Surya Terhadap Energi Matahari Secara Otomatis. *Inovtek Polbeng*, 3, 1–9.
- Novian Patria Uman Putra, Aji Akbar Firdaus, Winarno, Alim Prasaja, K. J. S. (2021). The Home Security Monitoring System with Passive Infrared Receiver , Temperature Sensor and Flame Detector Based on Android System. *INTEGER : Journal of Information Technology*, 6(1), 81–89.
- Reza Anang Setyawan, R. A. S., Untung Suryadhianto, U. S., & Razki Nalandari, R. N. (2020). Rancang Bangun Pendeteksi Dini Kebakaran Hutan Berbasis SMS (Short Message Service) Gateway. *Journal Zetroem*, 2(2), 1–4. <https://doi.org/10.36526/ztr.v2i2.1016>
- Silva Yuniyanto, A. (2020). *Pemetaan Permasalahan Kebakaran Hutan dan Lahan Kasus di Provinsi Riau*. 2(1), 1–13.
- Sopiandi, I. (2018). Protoype Restfull Web Service Guna Memonitoring Dan Peringatan Dini Bencana Alam. *Infotech Journal*, 4(1), 236706.
- Sunghheetha, D. A., & Sharma R, D. R. (2020). Real Time Monitoring and Fire Detection using Internet of Things and Cloud based Drones. *Journal of Soft Computing Paradigm*, 2(3), 168–174. <https://doi.org/10.36548/jscp.2020.3.004>
- Yusuf, A., Hapsoh, H., Siregar, S. H., & Nurrochmat, D. R. (2019). Analisis Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Provinsi Riau. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 6(2), 67. <https://doi.org/10.31258/dli.6.2.p.67-84>
- Zheng, Y. L., Lin, H., & Su, X. L. (2014). Design and implementation of the CNC monitoring system based on Internet of Things. *Advanced Materials Research*, 945–949(August), 1552–1557. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.945-949.1552>