



PENDETEKSI PENEBAANG LIAR MENGGUNAKAN SENSOR SUARA MAX4466 DI KAWASAN HUTAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi



Oleh :

AHMAD ZULFADLI

11950511598

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2023

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran Surat :
Nomor : Nomor 25/2021
Tanggal : 10 September 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Zulfadli
NIM : 11950511598
Tempat/Tgl. Lahir : Tampan, 02 April 2000
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Elektro
Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* :
Pendeteksi Penebang Liar Menggunakan Sensor
Suara MAX4466 di Kawasan Hutan.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/(Karya Ilmiah lainnya)* saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

UIN SUSKA RIAU

Pekanbaru, 26... September 2023
Yang membuat pernyataan



Ahmad Zulfadli
NIM : 11950511598

* Salah satu sasuai jenis karya tulis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

TESTING PENEBAANG LIAR MENGGUNAKAN SENSOR SUARA MAX4466 DI KAWASAN HUTAN

TUGAS AKHIR

oleh:

AHMAD ZULFADLI

11950511598

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 19 September 2023

Pekanbaru, 19 September 2023

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Harsono, M.Pd.
NIP. 19440301 199203 1 003

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI :

- Ketua : Ahmad Faizal, S.T., M.T.
Sekretaris : Oktaf Brillian Kharisma, S.T., M.T.
Anggota : Dr. Harris Simaremare, S.T., M.T.
Anggota : Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

LEMBAR PERSETUJUAN

PENDETEKSI PENEBAANG LIAR MENGGUNAKAN SENSOR SUARA MAX4466 DI KAWASAN HUTAN

TUGAS AKHIR

oleh:

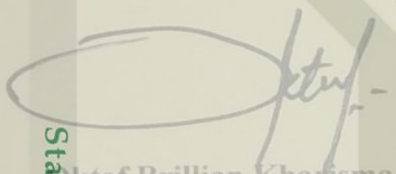
AHMAD ZULFADLI

11950511598

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 19 September 2023

Pembimbing

Ketua Prodi Teknik Elektro



Oktav Brilliant Kharisma, S.T., M.T.
NIP. 19841012 201503 1 003



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 19721021 200604 2 001

UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pendeteksi Penebang Liar Menggunakan Sensor Suara MAX4466 Di Kawasan Hutan

Alhama Zulfadli^{1*)}, Oktaf Brilian Kharisma², Harris Simaremare³ dan Ewi Ismaredah⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

E-mail: 11950511598@students.uin-suska.ac.id

Abstrak

Penebang liar merupakan masalah serius yang menyebabkan rusaknya sumber daya hutan dari segi kualitas, kuantitas, dan ekosistem. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mencegah praktik penebangan liar, antara lain dengan menetapkan undang-undang yang mengatur tindak pidana kasus penebang liar, dan mempertegas sanksi bagi pelaku penebang liar. Namun, praktik penebangan liar masih sering terjadi karena keterbatasan pengawasan yang bisa dilakukan. Oleh karena itu, dirancang sistem pendeteksi penebang liar sebagai alternatif untuk membantu pengawasan area hutan dari jarak jauh. Sistem dirancang untuk mengidentifikasi suara gergaji mesin menggunakan 4 sensor suara MAX4466. Kemudian, data tingkat kebisingan di proses dan dikirim dari *Node* ke *IoT Gateway* setiap satu menit. Dan setelah *IoT Gateway* menerima data, selanjutnya akan dikirim ke *web server* untuk disimpan di *database* dan ditampilkan di *website monitoring*. Pada pengujian yang dilakukan, nilai ambang batas ditetapkan sebesar 60 dB. Hasilnya, sistem dapat mendeteksi suara gergaji mesin kecuali pada percobaan arah sensor 2 dengan jarak 50 m dikarenakan hambatan yang berbeda pada setiap arah sensor dalam pengujian dan mempengaruhi gelombang suara yang terdeteksi oleh sensor.

Kata kunci: ESP32, IoT, LoRa SX1278, Penebang Liar, Sensor Suara MAX4466

Abstract

Illegal logging is a serious problem that causes damage to forest resources in terms of quality, quantity and ecosystem. Various efforts have been made to prevent illegal logging practices, including forest monitoring, enacting laws that regulate criminal acts in cases of illegal loggers, and strengthening sanctions for perpetrators of illegal loggers. However, the practice of illegal logging still occurs frequently due to the limited monitoring that can be carried out. Therefore, a system for detecting illegal loggers was designed as an alternative to help monitor forest areas remotely. The system is designed to identify the sound of a chainsaw using 4 MAX4466 sound sensors. Then, the noise level data is processed and sent from the Node to the IoT Gateway every one minute. And after the IoT Gateway receives the data, it will then be sent to the web server to be stored in the database and displayed on the monitoring website. In the tests carried out, the threshold value was set at 60 dB. As a result, the system can detect the sound of a chainsaw except for the sensor 2 direction experiment with a distance of 50 m due to different obstacles in each direction of the sensor in the test, and affect the sound waves detected by the sensor.

Keywords: ESP32, illegal Logging, IoT, LoRa SX1278, MAX4466 Sound Sensor

1. Pendahuluan

Penebangan liar (*Illegal Logging*) merupakan tindakan yang melanggar aturan pelestarian lingkungan yang diatur dalam undang-undang No 18 tahun 2013 bagian kedua, Pasal 11 ayat (1) dan (2) [1][2]. Penebangan liar merupakan masalah yang serius di bidang kehutanan yang menyebabkan rusaknya sumber daya hutan, baik dari segi kualitas, kuantitas dan ekosistem hutan [3][4][5]. Praktik penebangan liar dikategorikan sebagai tindak pidana khusus [2]. Karena secara *de facto*, praktik penebangan liar dapat menimbulkan dampak yang multidimensi baik

sosial, budaya, ekologi dan ekonomi [2]. Selain itu, perlu disadari jika ekosistem hutan dirusak dan dikurangi secara terus menerus maka dapat berdampak juga pada instabilitas iklim [6][7], karena hutan merupakan kawasan yang berperan penting sebagai pengatur tata air, penanggulangan bencana, menjaga kesuburan tanah, penghasil oksigen dan berfungsi sebagai rumah bagi flora dan fauna yang ada didalamnya [6][8][3]. Pentingnya menjaga ekosistem hutan juga diatur dalam Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 Pasal 35 tentang Penanggulangan Bencana. Pada draf UU ini dijelaskan bahwa menjaga ekosistem hutan merupakan salah satu

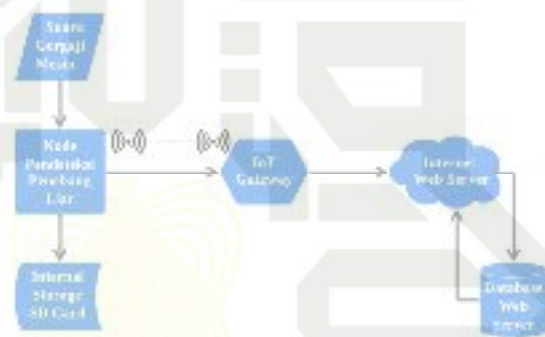
penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam situasi tidak terjadi bencana [5]. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah untuk melindungi hutan dari kegiatan penebangan liar. Pemerintah melakukan sosialisasi terhadap masyarakat, melakukan pengawasan, *monitoring* langsung kawasan hutan yang rawan penebangan liar dan menetapkan undang-undang yang mengatur tindak pidana kasus penebangan liar serta mempertegas sanksi yang diberikan kepada pelaku penebang liar [9][10]. Akan tetapi, upaya tersebut dinilai masih kurang efektif untuk melindungi hutan dari ancaman kerusakan. Areal hutan yang luas dan kondisi hutan yang sulit dijangkau membuat pemantauan menjadi sulit dilakukan. Pada tahun 2011 Robinopsal Bareskrim Polri melaporkan bahwa jumlah kasus penebang liar (*Illegal logging*) pada kawasan hutan lindung di Indonesia sebanyak 327 kasus [11]. Kasus terbanyak ditindak oleh Polda Jawa Timur yaitu 3 kasus, sedangkan Polda Riau menempati urutan kedua dengan jumlah kasus terbanyak yaitu 26 kasus [11]. Oleh karena itu perlu adanya pencegahan yang harus dilakukan, salah satunya inovasi dibidang teknologi yang dapat membantu proses *monitoring* kawasan hutan. Sistem pendeteksi penebang liar dirancang untuk membantu proses *monitoring* kawasan hutan dari jarak jauh merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mendeteksi praktik penebangan liar [12]. Penelitian akan membaca tingkat kebisingan suara disekitar untuk mengidentifikasi objek target. Penggunaan sensor suara untuk mendeteksi penabang liar telah dilakukan oleh peneliti [3] dan [5]. Hasilnya, peneliti [3] dapat mendeteksi suara gergaji mesin dengan menggunakan sensor suara LM2596 dan Arduino Nano, akan tetapi sensor LM2596 dinilai kurang bagus sebab sensitifitasnya yang rendah dan pengujian pada penelitian ini belum menggunakan komunikasi nirkabel. Peneliti [5] dapat mengidentifikasi suara gergaji mesin menggunakan sensor suara LM2596 dan Raspberry Pi, akan tetapi sistem ini dapat bekerja didaerah yang memiliki jaringan internet karena komunikasi pengiriman data ke *website monitoring* membutuhkan akses internet. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengembangkan alat pendeteksi suara gergaji mesin yang berfungsi untuk *monitoring* kawasan hutan lindung dari penebang liar dengan menggunakan empat sensor suara MEMS X4466, ESP32 DevKit V1 dan modul LoRa SX1278 untuk mengirim hasil *monitoring* menggunakan frekuensi radio sehingga alat ini masih dapat berkomunikasi walaupun penerapannya berada di wilayah yang tidak ada jaringan GSM dan internet. LoRa merupakan singkatan dari *Long Range* yang merupakan teknologi komunikasi yang dipatenkan oleh Semtech [13]. LoRa mampu mengirim data berukuran kecil antara 10 hingga 200 *byte* dengan kecepatan 0,3 hingga 5,5 Kbps dengan cakupan area yang luas dan konsumsi baterai rendah sehingga cocok untuk penggunaan pada sistem yang butuh komponen dengan konsumsi daya yang rendah [7] [14].

2. Metode

Penelitian diawali dengan mengidentifikasi masalah dan melakukan studi literatur untuk mencari referensi yang berkaitan dengan penelitian. Selanjutnya melakukan perancangan system, perancangan perangkat keras dan melakukan pengujian sistem [14].

2.1. Rancangan Sistem

Diagram perancangan sistem diilustrasikan seperti gambar 1 berikut:



Gambar 1. Perancangan Sistem Pendeteksi Penebang Liar.

Adapun maksud dari gambar 1 yaitu:

1. Sensor suara berfungsi untuk menerima inputan suara berupa sinyal analog dari hasil pembacaan tingkat kebisingan sekitar dan mengirimkannya ke ESP32.
2. *Node* pendeteksi penebang liar berbasis ESP32 berfungsi untuk memproses sinyal dan menghasilkan data pendeteksian.
3. Setelah data diproses pada *Node* berbasis ESP32, hasilnya disimpan pada *internal storage* menggunakan modul *SD Card*.
4. Selanjutnya data dikirim ke *IoT Gateway* menggunakan modul LoRa.
5. Data yang diterima *IoT Gateway* dikirim ke *Web Server* dan disimpan ke *Database Web Server*.
6. Selanjutnya data ditampilkan ke *web monitoring* pendeteksi penebang liar.

Perancangan sistem menggunakan empat sensor suara yang diletakkan dengan arah yang berbeda yaitu pada arah utara, selatan, timur dan barat. Hal tersebut bertujuan agar jangkauan pembacaan sensor lebih luas seperti terlihat pada gambar 2 berikut:

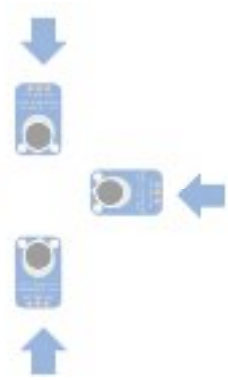
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruhnya

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, atau naskah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. Posisi Sensor Suara

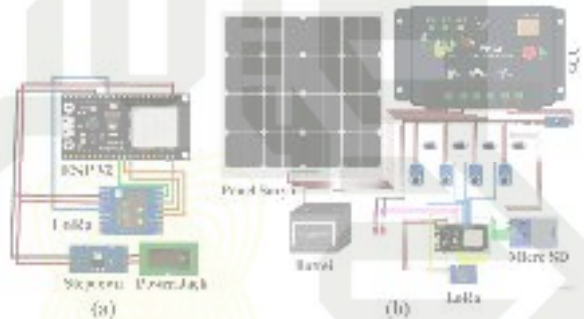
Dalam sistem perancang untuk dapat mengolah inputan sinyal analog yang diterima oleh sensor suara MAX4466 menjadi nilai tingkat kebisingan area sekitar [4]. Setelah nilai tingkat kebisingan didapat, maka akan dibandingkan dengan nilai *threshold* yang ditetapkan [12]. Pengambilan data tingkat kebisingan dilakukan sebanyak 20 kali dalam satu menit, apabila nilai tingkat kebisingan melebihi dari *threshold* sebanyak 15 kali dalam satu menit maka status pendeteksian “Bahaya” sebaliknya jika nilai tingkat kebisingan yang melebihi dari nilai *threshold* kurang dari 5 kali dalam satu menit maka status pendeteksian “Aman”. Sehingga pengambilan keputusan untuk status pendeteksian penebang liar dilakukan setiap satu menit. Penggunaan metode ini bertujuan untuk membedakan nilai tingkat kebisingan melebihi *threshold* yang disebabkan hewan seperti burung yang berada di hutan dengan nilai tingkat kebisingan melebihi *threshold* yang disebabkan gergaji mesin karena kriteria suara yang disebabkan gergaji mesin cenderung memiliki tingkat kebisingan yang sama dan durasi yang lama. Hasil pembacaan sensor selama satu menit diproses oleh ESP32 dan menghasilkan data berupa rata-rata tingkat kebisingan sensor 1, sensor 2, sensor 3, sensor 4 dan status pendeteksian penebang liar. Selanjutnya data tersebut akan disimpan di *Micro SD* [15] dan dikirim menggunakan modul LoRa SX1278 yang berfungsi sebagai *transmitter* ke *IoT Gateway* berbasis modul LoRa dan ESP32 sebagai *receiver* [8] [16] [17]. Selanjutnya data yang diterima akan ditampilkan di *website monitoring* untuk memudahkan dalam pemantauan lokasi secara realtime. Dan *website monitoring* akan menampilkan peringatan bahaya jika status penebang liar terdeteksi [5].

2. Rancangan Perangkat Keras

Penelitian ini terdiri dari satu *Node* dan satu *IoT Gateway* yang menggunakan empat sensor suara MAX4466 [18], *Micro SD Adapter* [15], ESP32 *DevKit V1* [19], LoRa SX1278 Ra-02 433 MHz [17] [20] dan modul PLTS sebagai sumber energi untuk seluruh komponen. Modul PLTS terdiri dari panel surya 20 Wp, Batrei 12 V 7 Ah sebagai penyimpanan daya, *Solar Charger Controller* (SCC) dan *Step Down 5 V* [3][12].

Sensor suara disusun sesuai dengan arah mata angin, supaya area yang bisa dideteksi lebih luas. Setiap sensor akan mengirimkan sinyal analog ke ESP32 untuk diproses [21]. Pemrosesan ini bertujuan untuk menentukan tingkat kebisingan dalam satuan desibel dan mengetahui apakah tingkat kebisingan melebihi nilai *threshold* atau tidak [12].

Sedangkan komunikasi LoRa pada *Node* dengan *IoT Gateway* menggunakan frekuensi radio 433 MHz [22]. Pemilihan modul LoRa sebagai alat komunikasi dikarenakan kebanyakan kawasan hutan tidak memiliki jaringan GSM maupun jaringan internet [16] [17]. Sehingga salah satu opsi yang dapat digunakan adalah komunikasi melalui jaringan radio. Untuk perancangan rangkaian secara keseluruhan baik itu pada *Node* maupun *IoT Gateway* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. (a) Rangkaian IoT Gateway (b) Rangkaian Node

Pada rangkaian *Node* sumber listrik didapat dari modul PLTS dikarenakan penempatan *Node* yang berada didalam hutan. Modul PLTS akan menyuplai daya pada *Node* selama baterai masih memiliki energi yang tersimpan dari hasil pengisian ulang ketika siang hari. Rangkaian *Node* juga terdapat kapasitor 0,1 μ F yang dipasang pada sensor suara MAX4466 yang bertujuan untuk menghilangkan suara *noise* yang berlebihan ketika pengambilan sampel suara [23]. Sedangkan dua led pada rangkaian bertujuan untuk mengindikasikan sistem sedang berjalan. Led akan berkedip jika sistem sedang melakukan pengambilan data maupun sedang pengiriman data. Sedangkan pada *IoT Gateway* sumber listrik menggunakan PLN karena penempatannya pada wilayah yang sudah memiliki koneksi internet dan jaringan listrik PLN.

2.3. Topologi Sistem

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Topologi Sistem

Apapun maksud dari Gambar 4. Adalah sebagai berikut:

Sistem pendeteksi penebang liar ditempatkan pada pohon di lokasi yang akan dipantau.

Setiap *Node* dapat mendeteksi penebang liar pada radius 50m.

Dan kemudian data hasil pembacaan tiap *Node* akan dikirimkan ke *IoT Gateway*.

Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan menghidupkan gergaji mesin pada setiap arah sensor 1, sensor 2, sensor 3 dan sensor 4 dengan jarak 20 m, 30 m, 40 m dan 50 m dari alat pendeteksi penebang liar, seperti pada gambar berikut:

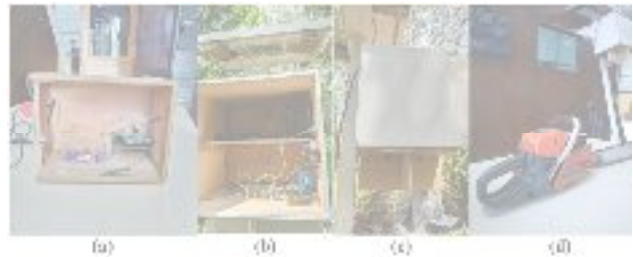


Gambar 5. Skema Pengujian Alat Pendeteksi Penebang Liar

3. Hasil dan Pembahasan

3. Hasil Implementasi Perangkat Keras

Hasil perancangan sistem pendeteksi penebang liar diuji menggunakan gergaji mesin dengan tipe Falcon FC-5880 PRO pada Bumi Perkemahan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Gambar berikut merupakan hasil implementasi perancangan sistem yang dilakukan.



Gambar 6. (a) IoT Gateway (b) Node Sistem Pendeteksi Gergaji Mesin Tampak Depan (c) Posisi Sensor pada Node (d) Gergaji Mesin Tipe Falcon FC-5880 PRO

Gambar 5 (a) merupakan hasil implementasi dari rangkaian IoT Gateway. Sedangkan gambar 5 (b) dan 5 (c) merupakan hasil implementasi rancangan *hardware Node* pendeteksi suara gergaji mesin. Dan pada gambar 5 (c) terlihat posisi sensor dipasang mengarah pada empat sisi dan setiap sisi dipasang pembatas yang berfungsi untuk memaksimalkan tangkapan suara pada setiap sensor dan memudahkan dalam mengidentifikasi arah datangnya suara.

3.2. Menentukan Nilai Threshold Menggunakan Sound Level Meter

Pengukuran tingkat kebisingan untuk menentukan nilai *threshold* dilakukan dengan menggunakan *Sound Level Meter* [3]. Berikut adalah gambar pengukuran tingkat kebisingan menggunakan *Sound Level Meter*.



Gambar 7. (a) Tingkat Kebisingan Kondisi Normal (b) Tingkat Kebisingan Ketika Gergaji Mesin Dihidupkan

Nilai *threshold* ditetapkan dengan menganalisa nilai rata-rata tingkat kebisingan ketika tidak ada suara gergaji mesin dan ketika gergaji mesin dihidupkan. Dari pengujian yang dilakukan didapat bahwa rata-rata hasil pembacaan nilai tingkat kebisingan area ketika tidak ada suara gergaji mesin berkisar pada 46,2 dB. Sedangkan ketika gergaji mesin dihidupkan pada jarak 50 m dari *Sound Level Meter* nilai rata-rata tingkat kebisingan adalah 65,9 dB. Oleh karena itu pada penelitian ini nilai *threshold* diatur pada 60 dB.

3.3. Hasil Pengujian Sensor dan Status Pendeteksian Penebang Liar

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tanpa izin UIN Suska Riau.

Hasil pengujian pada arah sensor 1 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Pengujian Gergaji Mesin Pada Arah Sensor 1

Sen 2 (dB)	Sen3 (dB)	Sen 4 (dB)	Status	Jarak (m)	Ket
47	49	48	Aman	-	Berhasil
80	72	84	Bahaya	20	Berhasil
71	60	69	Bahaya	30	Berhasil
67	57	65	Bahaya	40	Berhasil
59	57	65	Bahaya	50	Berhasil

Pengujian pada arah sensor 1 dilakukan sebanyak 5 kali. Pada percobaan pertama saat kondisi normal, didapatkan tingkat kebisingan pada sensor 1 adalah 49 dB sehingga status pendeteksiannya “Aman”. Pada percobaan selanjutnya, mesin dihidupkan pada variasi jarak 20 m, 30 m, 40 m dan 50 m dari sistem pendeteksi. Didapatkan nilai rata-rata tingkat kebisingan yang terdeteksi oleh sensor 1 adalah 89 dB, 73 dB, 69 dB dan 68 dB yang mana nilai tersebut telah melebihi nilai *threshold* yaitu lebih besar dari 60 dB sehingga status pendeteksiannya menjadi “Bahaya”. Dapat disimpulkan bahwa percobaan pada arah sensor 1 ini berhasil karena sistem yang dirancang berjalan sebagaimana mestinya.

Selanjutnya, pengujian dilakukan pada arah sensor 2 dengan prosedur yang serupa dengan pengujian pada sensor 1. Berikut adalah tabel hasil pengujian yang dilakukan.

Tabel 3. Pengujian Gergaji Mesin Pada Arah Sensor 2

Sen 2 (dB)	Sen3 (dB)	Sen 4 (dB)	Status	Jarak (m)	Ket
47	48	47	Aman	-	Berhasil
85	80	80	Bahaya	20	Berhasil
68	66	66	Bahaya	30	Berhasil
64	60	62	Bahaya	40	Berhasil
59	57	60	Aman	50	Gagal

Pada kondisi normal nilai rata-rata tingkat kebisingan pada sensor 2 adalah 47 dB dan status pendeteksiannya “Aman”. Saat kondisi gergaji mesin dinyalakan pada arah sensor 2 dengan variasi jarak 20 m, 30 m dan 40 m nilai rata-rata tingkat kebisingan yang terdeteksi oleh sensor 2 adalah 85 dB, 68 dB dan 64 dB sehingga status pendeteksiannya “Bahaya”. Sedangkan pada percobaan kelima dengan jarak 50 m, nilai rata-rata tingkat kebisingan yang terdeteksi oleh sensor 2 adalah 59 dB yang mana nilai tersebut tidak mencapai nilai *threshold* yang ditetapkan sehingga status pendeteksiannya “Aman”.

Berdasarkan hasil pengujian pada sensor 2, dari 5 variasi jarak yang diujikan, pada variasi jarak 50 m sensor tidak mampu mendeteksi dengan sempurna. Hal tersebut disebabkan oleh hambatan yang ada pada lokasi pengujian yang berupa pohon dan hutan belukar. Untuk hasil pengujian pada arah sensor 3 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Pengujian Gergaji Mesin Pada Arah Sensor 3

Sen 1 (dB)	Sen 2 (dB)	Sen3 (dB)	Sen 4 (dB)	Status	Jarak (m)	Ket
48	46	48	48	Aman	-	Berhasil
71	71	97	80	Bahaya	20	Berhasil
61	60	80	75	Bahaya	30	Berhasil
55	53	71	68	Bahaya	40	Berhasil
55	52	65	65	Bahaya	50	Berhasil

Nilai rata-rata tingkat kebisingan saat keadaan normal pada sensor 3 adalah 48 dB dan status pendeteksiannya “Aman”. Sedangkan nilai rata-rata tingkat kebisingan yang terdeteksi oleh sensor 3, yakni saat gergaji mesin dihidupkan dengan variasi jarak 20 m, 30 m, 40 m dan 50 m adalah 97 dB, 80 dB, 71 dB dan 65 dB. Sehingga status pendeteksiannya pada sistem pendeteksi penebang liar menjadi “Bahaya”.

Selanjutnya, pengujian dilakukan pada arah sensor 4. Adapun hasil pengujian seperti terlihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. Pengujian Gergaji Mesin Pada Arah Sensor 4

Sen 1 (dB)	Sen 2 (dB)	Sen3 (dB)	Sen 4 (dB)	Status	Jarak (m)	Ket
49	47	48	47	Aman	-	Berhasil
80	75	78	107	Bahaya	20	Berhasil
67	60	67	84	Bahaya	30	Berhasil
59	55	59	76	Bahaya	40	Berhasil
57	51	55	73	Bahaya	50	Berhasil

Pengujian keempat dilakukan untuk mengetahui pembacaan sensor 4 saat gergaji mesin dihidupkan pada arah sensor 4. Dari percobaan yang dilakukan sensor 4 mendeteksi kebisingan suara pada kondisi normal sebesar 47 dB dan status pendeteksiannya “aman”. Sedangkan pada saat gergaji mesin dihidupkan dengan variasi jarak 20 m, 30 m 40 m dan 50 m. Sehingga status pendeteksiannya “Bahaya”.



2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tidak mendeteksi penebang liar, maka kolom status akan berwarna biru dan menampilkan kondisi “Aman”. Sebaliknya ketika sistem mendeteksi penebang liar, maka kolom status akan berwarna merah muda dan kolom status akan berubah menjadi “Penebang Liar Terdeteksi”.

Perhitungan Modul PLTS pada Alat

Untuk memberikan suplai kepada setiap komponen pada alat yang dirancang, digunakan panel surya dengan daya 20Wp dan baterai 12 V 7 Ah sebagai sumber tenaga listrik. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan diketahui bahwa alat bekerja pada tegangan 12 V dan dengan arus beban rata-rata sebesar 0,4 A atau artinya lain membutuhkan daya 4,8 watt. Dari penelitian pada [5], [24] dan [25] lama waktu pemakaian baterai PLTS dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$t_{pengisian} = C / (Wp \times efisiensi \text{ baterai (20\%)} \dots \dots \dots (1)$$

Keperangan:
 t = Waktu (jam)
 C = Kapasitas baterai (Ah)
 Wp = Arus beban (A)

$$t_{pengisian} = (7 \text{ Ah} / 0,4 \text{ A}) - (20\% \times (7 \text{ Ah} / 0,4 \text{ A}))$$

$$t_{pengisian} = 17,5 \text{ jam} - 3,5 \text{ jam}$$

$$t_{pengisian} = 14 \text{ jam}$$

Sehingga, lama waktu pemakaian baterai dari kondisi terisi penuh adalah 14 jam. Sedangkan lama waktu untuk melakukan pengisian ulang baterai menggunakan panel surya 20 WP dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [25]:

$$t_{pengisian} = C / (Wp \times efisiensi \text{ SCC} (80\%) \dots \dots \dots (2)$$

Keperangan:
 t = Waktu (jam)
 C = Kapasitas baterai (Ah)
 Wp = Daya puncak panel surya (Wp)

$$t_{pengisian} = (12 \text{ V} \times 7 \text{ Ah}) / (20 \text{ Wp} \times 0,8)$$

$$t_{pengisian} = 84 / 16 = 5,25 \text{ jam}$$

Dengan demikian, lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian ulang baterai adalah 5 jam 25 menit. Sehingga pada siang hari panel surya akan mengisi baterai yang terhubung pada modul, dan pada malam hari kebutuhan listrik akan di suplay oleh baterai.

4. Kesimpulan

masalah.

Berdasarkan hasil pengujian, disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi suara gergaji mesin menggunakan 4 sensor suara MAX4466. Dan penggunaan 4 sensor suara dinilai menambah luas area pendeteksian hingga radius 50 m. Pada pengujian ini, sensor 2 mengalami kegagalan dalam mendeteksi suara gergaji mesin pada jarak 50 meter. Sedangkan sensor 1, sensor 3 dan sensor 4 berhasil mendeteksi suara gergaji mesin sesuai dengan yang diharapkan. Hal tersebut dikarenakan hambatan yang berbeda pada setiap arah sensor pada pengujian seperti ketinggian hutan belukar dan banyaknya pohon. Sehingga, hambatan tersebut berpotensi mempengaruhi gelombang suara yang terdeteksi oleh sensor. Pengiriman data menggunakan LoRa SX1278 dapat menjadi opsi untuk permasalahan ketiadaan jaringan GSM dan internet di area hutan. Karena LoRa menggunakan frekuensi radio untuk mengirimkan data dari *Node* ke *IoT Gateway*. Kemudian, *IoT Gateway* akan mengirimkan data tersebut ke *webserver* dan menyimpannya dalam *database* untuk ditampilkan pada *website*.

Referensi

- [1] M. R. Hananto and T. H. Sitabuana, “IMPLEMENTASI PENCEGAHAN PADA PENEBAANGAN ATAU PEMBALAKAN LIAR DITINJAU DARI UNDANG-UNDANG PENCEGAHAN DAN PEMBERANTASAN PERUSAKAN HUTAN NO. 18 TAHUN 2013,” *J. Huk. Adigma*, vol. 5, no. 18, pp. 1799–1811, 2022.
- [2] F. S. Dwiarti, U. T. Bawang, B. Huri, U. T. Bawang, and I. Logging, “PEMBERANTASAN TINDAK PIDANA ILLEGAL LOGGING MELALUI ERADICATION OF THE CRIME OF ILLEGAL LOGGING THROUGH,” vol. 21, no. 1, pp. 25–36, 2023.
- [3] D. C. Prasetyo, G. A. Mutiara, and R. Handayani, “Chainsaw Sound and Vibration Detector System for Illegal Logging,” *2018 Int. Conf. Control. Electron. Renew. Energy Commun. (ICCEREC)*, Bandung, Indones., pp. 93–98, 2018, doi: 10.1109/ICCEREC.2018.8712091.
- [4] R. R. Rachmadi, M. Huda, and R. Soelaiman, “Pendeteksian Illegal Logging Menggunakan Raspberry pi Dengan Metode Neural Network,” *CITEE*, pp. 6–8, 2020.
- [5] I. P. A. R. Sayoga, N. Aini, I. P. G. S. A. Pranata, Z. Z. Noor, A. W. Kusuma Nata, and I. M. Suartika, “APPEL (Alat Pendeteksi Penebang Liar) Berbasis Raspberry PI Pada Hutan Lindung,” *IPTEKMA Jurnal Mhs. Univ. Udayana*, vol. 8, no. 1, p. 11, 2019, doi: 10.24843/iptekma.2019.v08.i01.p02.
- [6] N. Ahada and A. F. Zuhri, “Menjaga Kelestarian Hutan Dan Sikap Cinta Lingkungan Bagi Peserta Didik Mi/Sd Di Indonesia,” *El Banar J. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 3, no. 1, pp. 35–46, 2020, doi: 10.54125/elbanar.v3i1.43.
- [7] G. A. Mutiara, N. S. Herman, and O. Mohd, “Using long-range wireless sensor network to track the illegal cutting log,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 19, pp. 1–17, 2020, doi: 10.3390/app10196992.
- [8] Adnan, A. E. U. Salam, A. Arifin, and M. Rizal, “Forest Fire Detection using LoRa Wireless Mesh Topology,” *2018 2nd East Indones. Conf. Comput. Inf. Technol. (EIConCIT)*, Makassar, Indones. 2018, pp. 184–187, 2018, doi: 10.1109/EIConCIT.2018.8878488.



2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

9. a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya atau melakukan tindakan yang sama tanpa izin dari penerbit, baik itu dalam bentuk cetak maupun elektronik, tanpa izin dari penerbit.

Asuki, A. Mursyid, A. Kurnain, and Suyanto, "Analisis Faktor Penyebab Dan Strategi Pencegahan Penyalahgunaan Liar (Illegal Logging) Di Kabupaten Tabalong," *EnviroScienteeae*, vol. 9, pp. 27–43, 2013.

1. Sunjari, "Cara Mengatasi Penebangan Liar Hutan yang Tidak Masif," *kumparan.com*, p. 1, 2020. [Online]. Available: <https://kumparan.com/berita-hari-ini/cara-mengatasi-penebangan-liar-hutan-yang-kian-masif-tidak-masif>

1. Agusnas Bareskrim Polri, "Hutan Lindung di Riau Jadi Target Illegal Logging," *polri.go.id*, 2021. Available: https://pusiknas.polri.go.id/detail_artikel/hutan_lindung_di_riau_jadi_target_illegal_logging (accessed Mar. 29, 2022).

1. Bede, P. Angga, Surya, S. Made, I. I. Wyan, and A. Wijaya, "Perancangan Alat Pendeteksi Penebang Liar Menggunakan Sensor Suara Berbasis IoT- Raspberry pi," *Spektrum*, vol. 8, no. 3, pp. 141–148, 2021.

1. A. Ertüner, M. A. Aydın, M. T. Büyükakkaşlar, and H. Kirgen, "A Survey on LoRaWAN Architecture, Protocol and Technologies," *Futur. Internet*, vol. 11, no. 10, p. 216, 2019, doi: 10.3390/fi11100216.

1. Kolobe, B. Sigweni, and C. K. Lebekwe, "Systematic literature survey: Applications of LoRa communication," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 10, no. 3, pp. 3176–3183, 2020, doi: 10.11591/ijece.v10i3.pp3176-3183.

1. Bay, "Micro SD Card Card Adapter Reader Module for arduino," *Data Sheet*. pp. 1–2, 2013. [Online]. Available: https://curtocircuito.com.br/datasheet/modulo/cartao_micr_SD.pdf

1. A. Ruslan, S. M. Salleh, S. F. W. M. Hatta, and A. A. Sajak, "IoT Soil Monitoring based on LoRa Module for Oil Palm Plantation," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 5, no. 5, pp. 215–220, 2021, doi: 10.14569/IJACSA.2021.0120527.

1. Vega-Rodriguez, S. Sendra, J. Lloret, P. Romero-Diaz, and J. Luis Garcia-Navas, "Low Cost LoRa based network for Forest Fire Detection," *2019 Sixth Int. Conf. Internet Things Syst. Manag. Secur. (IOTSMS), Granada, Spain, 2019*, pp. 177–184, 2019, doi: 10.1109/IOIOTSMS48152.2019.8939193.

1. Maxim, "Low-Cost, Micropower, SC70/SOT23-8, Microphone Preamplifiers with Complete Shutdown," *Exposure*. pp. 1–14, 1950. [Online]. Available: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/download/73367/MAXIM/MAX4466.html>

1. E. Systems, "ESP32 Series Datasheet," *Espressif Systems*. pp. 1–95, 2021. [Online]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

1. Semtech, "sx1276/77/78," no. July. p. 2012, 2012. [Online]. Available: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/download/800241/SEMTECH/SX1278.html>

1. R. N. Sayajah, B. S. Nugroho, and B. Aditya, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebisingan di Perpustakaan Berbasis Mikrokontroler Esp32 Notifikasi Whatsapp," *e-Proceeding Eng. Bandung, Indones.*, vol. 8, no. 6, pp. 3821–3827, 2022.

1. A. Yanziah, S. Soim, and M. M. Rose, "Analisis Jarak Jangkauan Gsm Dengan Parameter Rssi Dan Packet Loss Pada Area Urban," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 13, no. 1, pp. 27–34, 2020.

1. S. Unzila and K. S. Oktavia, "Aplikasi Sensor Suhu Tubuh (Mlx90614) Dan Sensor Suara Pada Kamera Pemantau Kamar Bayi Berbasis Mikrokontroler," *Bina Darma Conf. Eng. Sci. Palembang, Indones.*, pp. 154–166, 2020.

[24] A. Setyawan and A. Ulinuha, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station," *Transm. J. Ilm. Tek. ELEKTRO*, vol. 24, no. 1, pp. 23–28, 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.1.23-28.

[25] G. Triyani *et al.*, "Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel," *Epsil. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 20, no. 2, pp. 150–161, 2022, doi: 10.55893/epsilon.v20i2.97.



Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

