



# APPEL (Alat Pendeteksi Penebang Liar) Berbasis Raspberry Pi Pada Hutan Lindung

I Putu Aldha Rasjman Sayoga\*, Nurulita' Aini, I Putu Gede Surya Angga Pranata, Zaky Zamani Noor, Agus Wisnu Kusuma Nata, I Made Suartika

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Udayana, Badung 80361, Bali-Indonesia

## INFORMASI ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima:

2 Januari 2019

Diterima dalam bentuk revisi:

13 Februari 2019

Disetujui:

22 Februari 2019

ISSN:2086-1354

### Kata kunci:

Hutan lindung,  
penebangan liar,  
APPEL,  
raspberry pi.

## ABSTRAK

**APPEL (ALAT PENDETEKSI PENEBAANG LIAR) BERBASIS RASPBERRY PI PADA HUTAN LINDUNG.** Kawasan hutan lindung merupakan kawasan hutan yang memiliki fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi laut dan memelihara kesuburan tanah yang harus selalu dijaga kelestariannya. Kawasan hutan Penulisan Kintamani terdiri dari hutan lindung dan hutan produksi terbatas dengan luas wilayah 5.849,25 Ha. Namun, area hutan lindung yang luas dan sumber daya manusia yang terbatas menyebabkan sering terjadinya aksi penebangan liar. Oleh karena itu, diperlukan sebuah alat yang bernama APPEL (Alat Pendeteksi Penebang Liar) yaitu suatu alat yang mampu mendeteksi penebang liar di hutan secara realtime. APPEL menggunakan sumber daya dari panel surya dengan daya tahan baterai mencapai 33 jam. Sistem dari APPEL memanfaatkan kamera Pi NOIR untuk menangkap gambar penebang liar dan sensor suara untuk mendeteksi kebisingan suara gergaji mesin dengan nilai  $\geq 63$  dB. Sistem tersebut menggunakan Raspberry Pi yang berfungsi untuk menerima dan mengolah data dari sensor serta menerima hasil foto dari kamera Pi NOIR saat terdeteksi penebangan liar sehingga mampu menampilkan peringatan pada website. APPEL memiliki luas jangkauan pendeteksian mencapai 0,21 Ha sehingga dibutuhkan sebanyak 5 buah alat untuk per 1 hektar kawasan hutan Penulisan Kintamani.

## ABSTRACT

**APPEL (WILDLARER DETECTION TOOL) BASED ON RASPBERRY PI IN PROTECTED FOREST.** Protected forest area is a forest area that has the main function as protection of life support systems to regulate water management, prevent flooding, control erosion, prevent sea intrusion and maintain soil fertility which must always be preserved. Penulisan Kintamani forest area consists of protected forests and limited production forests with an area of 5.849,25 Ha. However, large areas of protected forest and limited human resources cause frequent illegal logging. Therefore, we need a tool called APPEL (Illegal Logging Detector) which is a tool that is able to detect illegal loggers in the forest in realtime. APPEL uses power from solar panels with up to 33 hours of usage time. The system from APPEL utilizes a Pi NOIR camera to capture illegal loggers and sound sensors to detect the noise of machine saws with a value of  $\geq 63$  dB. The system uses Raspberry Pi, which functions to receive and process data from sensors and receive photos from Pi NOIR cameras when illegal logging is detected so that it can display warnings on the website. APPEL has a detection range of 0.21 Ha, so 5 tools are needed for one hectare of Penulisan Kintamani forest area.

**Keywords:** protected forest, illegal logging, APPEL, raspberrypi.

© 2021 IPTEKMA.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki area hutan yang sangat luas serta kaya akan berbagai macam jenis pohon didalamnya. Hutan – hutan di Indonesia dibagi berdasarkan fungsinya, salah satunya yaitu hutan lindung. Hutan lindung merupakan hutan yang dilindungi keberadaannya karena berperan penting menjaga ekosistem [1]. Seiring

berjalannya waktu, hutan lindung di Indonesia menjadi hutan yang paling terancam di dunia. Namun kondisi yang terjadi pada hutan lindung menunjukkan kerusakan yang sangat tinggi dibandingkan dengan hutan produksi [2]. Pemerintah menaksir kerugian negara akibat *illegal logging* mencapai Rp 40 Triliyun per tahun

\*Penulis korespondensi: I Putu Aldha Rasjman Sayoga  
E-mail: [aldharasjman35@gmail.com](mailto:aldharasjman35@gmail.com)

[3]. Hal ini mengakibatkan banyak terkikisnya hutan di Indonesia karena penebangan hutan secara liar khususnya di Provinsi Bali.

Kawasan hutan lindung merupakan kawasan resapan air yang memiliki curah hujan tinggi dengan struktur tanah yang mudah meresapkan air [4]. Berdasarkan peraturan UU No. 41/1999 pasal 1, hutan lindung didefinisikan sebagai kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan system penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi laut dan memelihara kesuburan tanah. Namun kondisi yang terjadi pada hutan lindung sangat tinggi dibandingkan secara hutan produksi [5]. Laju kerusakan hutan lindung dari tahun 1997-2001 sebesar 10% per tahun sedangkan hutan produksi sebesar 5% per tahun [6]. Kerugian yang diakibatkan oleh rusaknya hutan lindung sangat tinggi, baik itu dari segi ekologis maupun social. Pemerintah menaksir kerugian negara akibat *illegal logging* mencapai Rp 40 Trilyun per tahun. Nilai konservasi hutan alam terhadap perlindungan tanah dan penyerapan air sebesar Rp 34 Trilyun. Nilai ekonomis total hutan lebih adalah lebih dari Rp 10 Juta per hektar per tahun dengan nilai terbesar adalah penyerapan carbon ini (85%). Hal ini menandakan bahwa betapa besar kerugian kegiatan eksploitasi hasil hutan apabila tidak memperhatikan aspek konservasi.

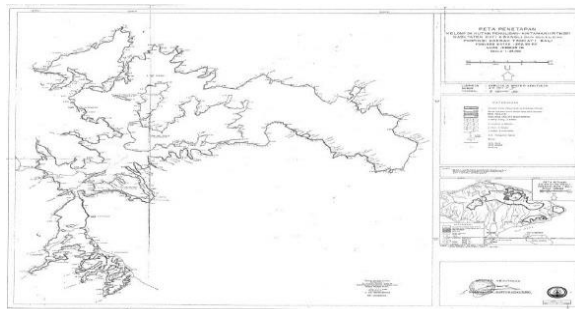
Seperti di banyak negara berkembang, sebagian besar kawasan hutan lindung memiliki sumber daya manajemen yang terbatas, dengan kurangnya dana, personel dan fasilitas yang membatasi kemampuan untuk mengendalikan kegiatan illegal atau pelanggaran. Oleh karena hal tersebut, solusi penerapan teknologi yang inovatif untuk mengatasi permasalahan pencurian kayu pada hutan lindung bagi mitra kami Dinas Kehutanan Provinsi Bali yaitu dengan

menggunakan APPEL (Alat Pendeteksi Penebang Liar) yang didesain khusus untuk mendeteksi aktivitas dan pelaku penebang liar melalui pendeteksian suara gergaji mesin menggunakan sensor suara. Inovasi dari APPEL yaitu mampu menangkap gambar menggunakan kamera Pi Noir yang dapat bekerja pada siang maupun malam hari dan mampu dimonitoring melalui website secara *realtime*. Dalam penerapannya, ketika sensor mendeteksi suara gergaji mesin, maka APPEL akan otomatis melakukan pengambilan gambar di hutan tersebut dan langsung dikirimkan ke website monitoring berupa foto palku dan peringatan bahaya.

Tujuan dari APPEL ini yaitu untuk membantu tugas polisi hutan Dinas Kehutanan Provinsi Bali untuk mencegah pencurian kayu pada hutan lindung dan hutan produksi disekitarnya aktivitas dan identifikasi pelaku penebangan liar pada hutan lindung.

## 2. METODOLOGI

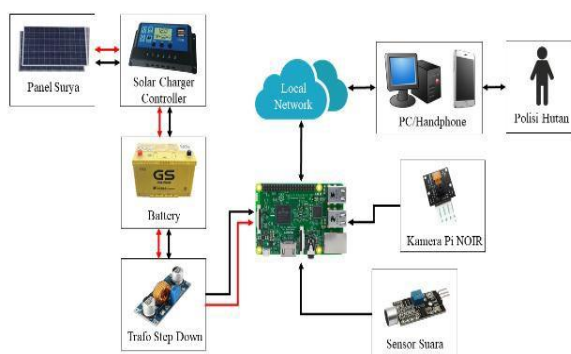
Pada tahap awal, dilaksanakan audiensi dengan mitra yang bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi oleh mitra. Permasalahan yang dihadapi oleh mitra yaitu banyaknya terjadi penebangan liar pada area hutan Penulisan Kintamani dan minimnya jumlah polisi hutan yang bertugas yaitu sebanyak 9 personel untuk melakukan pemantauan pada



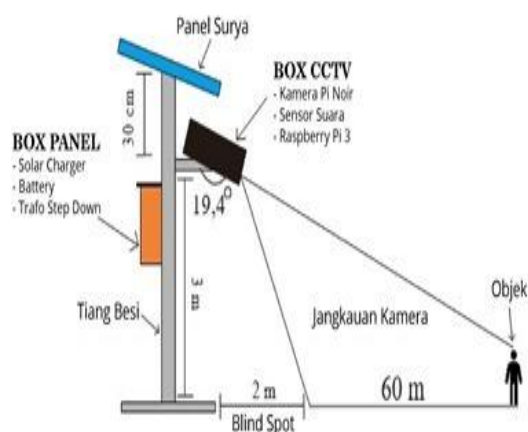
Gambar 1. peta kawasan hutan penulisan kintamani (RTK 20)

area hutan yang memiliki luas mencapai 5.849,25 Ha.

Pengenalan APPEL (Alat Pendeteksi Penebang Liar) kepada mitra yang bertujuan untuk memberikan solusi dari permasalahan yang dihadapi oleh mitra pada kawasan hutan Penulisan Kintamani.



Gambar 2. Blok diagram APPEL



Gambar 3. Desain dan spesifikasi APPEL

Setelah melakukan pemasangan dan perakitan alat oleh tim PKM APPEL, dilaksanakan pelatihan pengoperasian alat kepada polisi hutan. Pelatihan pengoperasian alat dilakukan dengan penjelasan prosedur pengoperasian dari APPEL serta bagaimana proses perawatan dan perbaikan dari alat tersebut

Alat dipasang pada salah satu titik yang berpotensi terjadinya pencurian kayu pada kawasan Hutan Penulisan Kintamani. Alat tersebut dipasang dari tanggal 19 Juni 2019 dan dilaksanakan tahapan evaluasi hasil pada tanggal 16 Juli 2019 untuk melihat efektivitas kinerja APPEL dalam hal pencegahan pencurian kayu pada hutan sehingga dapat dilakukan analisis hasil yang tepat.

Cara kerja APPEL diawali dari input berupa kebisingan suara (*sound pressure level*) gergaji mesin, lalu apabila sensor menerima nilai  $\geq 63$  dB maka alat akan mendeteksi aksi penebangan liar dan kamera secara otomatis akan melakukan pengambilan gambar di area tersebut. Setelah itu peringatan dan gambar akan muncul pada web monitoring dan kemudian akan dilakukan penangkapan pelaku oleh Polisi Hutan. Apabila dalam rentang waktu tersebut belum dilakukan proses penangkapan, maka kamera akan melakukan pengambilan gambar secara terus menerus hingga pelaku sudah dapat ditangani oleh Polisi Hutan. Web monitoring APPEL akan melakukan *refresh* setiap 5 detik untuk mendapatkan informasi di areal hutan tersebut secara *realtime*.

Prosedur pengoperasian Alat Pendeteksi Penebang Liar (APPEL) Berbasis Raspberry Pi Pada Hutan Lindung adalah sebagai berikut:

1. Hidupkan APPEL
2. Hubungkan perangkat untuk monitoring seperti laptop atau handphone ke jaringan wifi yang digunakan oleh APPEL.
3. Buka web browser lalu ketik IP address dari APPEL untuk masuk ke web monitoring dari APPEL.

4. Apabila terdeteksi suara gergaji mesin, sensor suara akan mendapatkan nilai kebisingan suara (*sound pressure level*) dari gergaji mesin dalam satuan decibel (dB).
5. Lalu nilai kebisingan suara dalam satuan dB tersebut akan di proses oleh *Raspberry Pi* dan kemudian data akan dikirim ke web monitoring APPEL.
6. Setelah itu akan muncul peringatan pada web monitoring APPEL.
7. Kemudian kita dapat melihat foto aksi penebangan liar pada menu “Lihat Selengkapnya”. Pada menu tersebut akan ditampilkan tanggal dan waktu kejadian beserta gambarnya.
8. Apabila petugas sudah menangani kasus tersebut, maka klik *button* “Sudah Ditangani Petugas” pada web monitoring APPEL.

Analisis hasil yang dilakukan yaitu mengenai lifetime alat pada kondisi tanpa cahaya matahari, jangkauan dari sensor suara dan kamera untuk mendeteksi penebang liar, serta berapa pengurangan jumlah pencurian kayu setelah APPEL diimplementasikan dalam waktu 27 hari.

Selanjutnya, melakukan evaluasi hasil dari APPEL setelah diimplementasikan di area hutan dengan melihat beberapa komponen penting dari alat yaitu kamera, sensor, raspberry pi dan batteray aki serta kondisi dari pemasangan APPEL.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

APPEL diimplementasikan di RTK 20 kawasan hutan Penulisan Kintamani dengan luas

hutan lindung 5.663,70 Ha dan hutan produksi terbatas 185,55 Ha. Jenis pohon pada area tersebut adalah pohon Sonokeling dengan potensi volume kayu mencapai 24,375 m<sup>3</sup> per hektar. Dalam penelitian ini, APPEL dipasang selama 27 hari dengan tujuan untuk melihat efektivitas kinerja APPEL dalam hal pencegahan pencurian kayu pada hutan Penulisan Kintamani. Sebelum diimplementasikan pada hutan, dilakukan proses perakitan panel surya yang terdiri dari baterai, solar charger dan transformator step down serta perakitan sistem pendeteksian yang terdiri dari raspberry pi 3, kamera Pi Noir dan sensor suara.



Gambar 4. Perakitan panel surya



Gambar 5. Perakitan system pendeteksi

Berikut ini merupakan proses pemasangan APPEL pada hutan lindung Penulisan Kintamani:



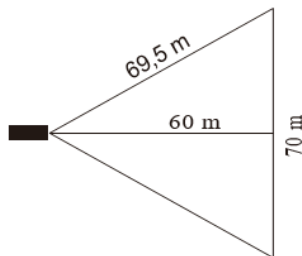
Gambar 6. Proses pemasangan APPEL



Gambar 7. Implementasi APPEL di hutan penulisan kintamani

**Jangkauan APPEL**

Adapun hasil pengukuran secara langsung jangkauan APPEL dalam implementasinya pada hutan lindung Penulisan Kintamani adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Hasil pengukuran jangkauan APPEL

Berikut ini merupakan hasil perhitungan luas jangkauan APPEL yaitu:

$$L = \frac{1}{2} x a x t$$

$$L = \frac{1}{2} x 70 x 60$$

$$L = 2100m^2 = 0,21Ha$$

Adapun hasil pengujian jangkauan dari APPEL untuk mendeteksi penebangan liar dengan parameter jenis suara, nilai kebisingan suara gergaji mesin, jarak, dan dan status web adalah sebagai berikut:

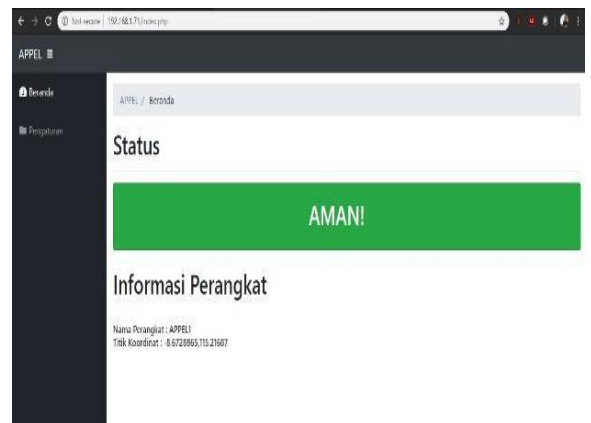
Tabel 1. Hasil Pengujian Jangkauan APPEL

Pengujian (Jarak)	Jenis Suara	Kebisingan Suara	Status Web	
			Teori	Pengujian
1 (10m)	Gergaji Mesin	100 dB	TPL	TPL
2 (10m)	Suara Manusia	50 dB	A	A
3 (40m)	Gergaji Mesin	80 dB	TPL	TPL
4 (40m)	Suara Manusia	45 dB	A	A
5 (60m)	Gergaji Mesin	68 dB	TPL	A
6 (60m)	Suara Manusia	43 dB	A	A
7 (70m)	Gergaji Mesin	66 dB	TPL	TPL
8 (70m)	Suara Manusia	32 dB	A	A
9 (80m)	Gergaji Mesin	62 dB	A	A
10 (80m)	Suara Manusia	0 dB	A	A

Berikut ini merupakan foto hasil pengujian pendeteksian penebangan liar menggunakan APPEL serta hasil screenshot website APPEL ketika status aman ataupun penebang terdeteksi:



Gambar 8. Hasil foto pengujian 3



Gambar 9. Tampilan web status aman



Gambar 10. Tampilan web status penebang terdeteksi

$$\text{Jumlah APPEL} = \frac{\text{Luas KHL}}{\text{Luas Jangkauan}}$$

$$\text{Jumlah APPEL} = \frac{1\text{Ha}}{0,21\text{Ha}}$$

$$\text{Jumlah APPEL} = 5 \text{ Alat}$$

#### Daya Tahan Baterai

Adapun hasil perhitungan daya tahan baterai dalam kondisi tanpa cahaya matahari adalah sebagai berikut[9]:

$$T_{pakai} = \frac{C}{I} - \text{Diefisiensi Aki } 20\%$$

$$T_{pakai} = \frac{42 \text{ Ah}}{1 \text{ A}} - \text{Diefisiensi Aki } 20\%$$

$$T_{pakai} = 33 \text{ Jam}$$

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa:

1. APPEL mampu mendeteksi suara gergaji mesin dengan nilai kebisingan suara  $\geq 63$  dB dan melakukan pengambilan gambar secara otomatis yang terintegrasi dengan website secara *realtime*.
2. APPEL menggunakan sumber daya dari panel surya dengan daya tahan baterai

setelah dilakukan pengisian yaitu 33 jam.

3. APPEL mampu melakukan pendeteksian dengan luas jangkauan mencapai 0,21 Ha sehingga mampu mencegah potensi kerugian mitra akibat pencurian kayu sebesar Rp. 35.548.000. Jumlah alat yang dibutuhkan per 1 hektar kawasan hutan Penulisan Kintamani yaitu 5 buah alat.

#### DAFTAR ACUAN

- [1]. Risnandar, C. 2018. *Hutan Lindung*. <https://jurnalbumi.com/knol/hutan-lindung>.
- [2]. Ginoga, F. 2005. Kajian Kebijakan Pengelolaan Hutan Lindung. *Jurnal Penelitian Sosial & Ekonomi*. 2(2):203-321.
- [3]. Tempo Magazine. 2005 *The Rape of Merbau*.
- [4]. Arifin, A. 2001. *Hutan & Kehutanan*, Edisi Ke-8, Kanisius. Yogyakarta.
- [5]. Ginoga, F. 2005. Kajian Kebijakan Pengelolaan Hutan Lindung. *Jurnal Penelitian Sosial & Ekonomi*. 2(2):203-321.
- [6]. Mullan, M. 2019. *Tinjauan OECD Terhadap Kebijakan Pertumbuhan Hijau Indonesia*. OECD Publishing. <https://books.google.co.id>