

SKRIPSI

**ANALISIS PERENCANAAN ALAT PENGUSIR
BURUNG BERTENAGA SURYA PADA TOWER
SUTT ULTG MUARATEWEH**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Ali Abdul Aziz

NIM. 2315374007

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

ANALISIS PERENCANAAN ALAT PENGUSIR BURUNG BERTENAGA SURYA PADA TOWER SUTT ULTG MUARATEWEH

Oleh :

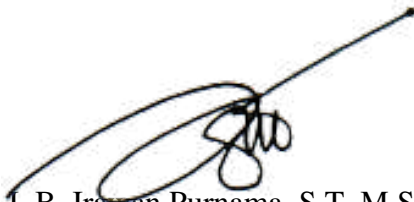
Ali Abdul Aziz
NIM. 2315374007.

Skripsi ini telah Melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 26 Agustus 2024

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



I. B. Irawan Purnama, S.T. M.Sc., Ph.D
NIP. 197602142002121001

Dosen Pembimbing 2:



Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP. 199202162020122006

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PERENCANAAN ALAT PENGUSIR BURUNG BERTENAGA SURYA PADA TOWER SUTT ULTG MUARATEWEH

Oleh :

Ali Abdul Aziz

NIM. 2315374007

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 05 September 2024
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

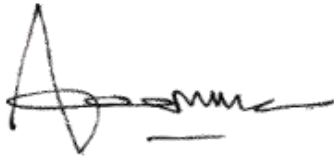
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 05 September 2024

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

Dosen Pembimbing :



1. Prof. I Dewa Made Cipta Santosa,
ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197212211999031002



1. I. B. Irawan Purnama, S.T. M.Sc., Ph.D
NIP. 197602142002121001



2. Putri Alit Widyastuti Santiary, S.T.,
M.T.
NIP. 197405172000122001



2. Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP. 199202162020122006

Diketahui Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T
NIP. 196809121995121001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tagan dibawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

Analisis Perencanaan Alat Pengusir Burung Bertenaga Surya pada Tower SUTT ULTG Muarateweh

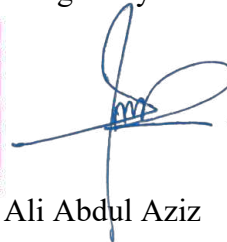
adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 24 Agustus 2024

Yang menyatakan



Ali Abdul Aziz

NIM. 2315374007

ABSTRAK

Jaringan transmisi 150kV merupakan aspek yang krusial dalam penyaluran energi listrik, khususnya pada sistem interkoneksi Kalimantan. Pada tahun 2023 terdapat masalah yang cukup serius yaitu terjadinya gangguan pada jaringan transmisi yang disebabkan oleh hewan di ULTG Muarateweh. Awal tahun 2024 dibuatlah sebuah alat pengusir burung bertenaga surya, namun suplai daya alat tidak bisa optimal dan andal, maka dari itu pada penelitian kali ini dilakukan perencanaan yang sesuai kaidah keilmuan beserta analisis ekonomis serta memberikan rekomendasi perbaikan alat. Penelitian dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus tahun 2024 dengan metode eksperimental kuantitatif. Referensi beban alat mengacu pada kondisi *existing* dengan sedikit penyesuaian dan titik lokasi bertempat pada tower SUTT T.248 Line Buntok - Muarateweh. Data pendukung penelitian didapatkan dari globalsolaratlas.info, BMKG Stasiun Beringin Kab. Barito Utara serta diskusi dengan berbagai pihak. Hasil yang didapatkan dari penelitian adalah total kebutuhan energi harian dari alat sebesar 624 Wh/d, sehingga suplai daya membutuhkan dua buah panel surya berkapasitas 120 W dengan luas 1,219 m² dan baterai 12V 200Ah. Untuk perhitungan investasi alat, LCC selama 25 tahun didapatkan hasil yaitu Rp. 41.541.101, sangat jauh lebih ekonomis dibandingkan dengan potensi kerugian hilang kWh sebesar Rp. 111.910.000 saat terjadi gangguan.

Kata Kunci : Transmisi, Gangguan Hewan, Suplai Daya, PLTS, Ekonomis

ABSTRACT

The 150kV transmission network is a crucial aspect in the distribution of electrical energy, especially in the Kalimantan interconnection system. In 2023 there will be quite a serious problem, namely disruption to the transmission network caused by animals at ULTG Muarateweh. At the beginning of 2024, a solar-powered bird repellent device was made, but the device's power supply was not optimal and reliable, therefore in this research, planning was carried out in accordance with scientific principles along with economic analysis and provided recommendations for improving the equipment. The research was conducted from July to August 2024 using quantitative experimental methods. The equipment load reference refers to existing conditions with slight adjustments and the location point is located at the SUTT T.248 Line Buntok - Muarateweh tower. Research supporting data was obtained from globalsolaratlas.info, BMKG Beringin Station, Kab. North Barito as well as discussions with various parties. The results obtained from the research are that the total daily energy requirement of the equipment is 624 Wh/s, so the power supply requires two 120 W capacity solar panels with an area of 1,219 m² and a 12V 200Ah battery. For equipment investment calculations, LCC results for 25 years are Rp. 41,541,101, very much more economical compared to the potential lost kWh loss of Rp. 111,910,000 when a disruption occurs.

Keywords: *Transmission, Animal Disturbance, Power Supply, PLTS, Economical*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Perencanaan Alat Pengusir Burung Bertenaga Surya pada Tower SUTT ULTG Muarateweh”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Rekognisi Pembelajaran Lampau (RPL) kelas Spesialisasi Energi Baru Terbarukan pada Program Studi Diploma Empat (D4) Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T., selaku ketua jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Putri Alit Widyastuti Santiary, ST., M.T., selaku koordinator program studi D4- Teknik Otomasi.
4. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, S.T. M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan proposal skripsi
5. Ibu Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan proposal skripsi.
6. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan kesempatan saya untuk kuliah di Politeknik Negeri Bali.
7. Lisa Eka Prasasty istri saya tercinta yang selalu mendampingi saya kapanpun dan dimanapun berada.
8. Teman-teman angkatan 2023 Kelas Spesialisasi Energi Baru Terbarukan (EBT) Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat mengaharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini nantinya.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya dan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya bidang energi baru terbarukan.

Bukit Jimbaran, 15 Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Transmisi.....	7
2.2.2. Gangguan Sistem Tenaga Listrik.....	8
2.2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	9
2.2.4. <i>Global Solar Atlas</i>	10
2.2.5. Panel Surya.....	11
2.2.6. Baterai.....	12

2.2.7.	Solar Charge Controller (SCC).....	13
2.2.8.	Arduino Uno.....	14
2.2.9.	Sensor Passive Infrared (PIR).....	15
2.2.10.	ESP32Cam.....	16
2.2.11.	Modem Wi-Fi.....	16
2.2.12.	Buzzer.....	17
2.2.13.	Telegram.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....		19
3.1.	Lokasi Penelitian.....	19
3.2.	Diagram Alir Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Perencanaan Beban.....	25
4.2	Data Iradiasi Matahari Globalsolaratlas.info.....	28
4.3	Perencanaan Suplai Daya.....	30
4.4	Pemasangan dan Cara Kerja Alat.....	36
4.4.1	Pemasangan Alat.....	37
4.4.2	Cara Kerja Alat.....	43
4.5	Analisis Perbandingan Perencanaan Alat dengan Kondisi <i>Existing</i>	44
4.6	Analisis Nilai Ekonomis Alat Terhadap Gangguan.....	46
4.7	Data Tower Potensi Gangguan Binatang.....	46
4.8	Jenis Burung yang Ada di Tower.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Temuan Ular Penyebab Gangguan.....	2
Gambar 1.2 Pemasangan jaring dan corong anti binatang.....	2
Gambar 1.3 Sarang burung pada <i>suspension clamp</i>	2
Gambar 1.4 Alat Pengusir Burung <i>existing</i>	3
Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	8
Gambar 2.2 Gangguan akibat Vegetasi dan Hewan.....	9
Gambar 2.3 PLTS Cirata.....	10
Gambar 2.4 Website Global Solar Atlas.....	10
Gambar 2.5 Prinsip kerja panel surya.....	11
Gambar 2.6 Baterai.....	13
Gambar 2.7 Solar Charge Controller.....	14
Gambar 2.8 Pin I/O Arduino Uno.....	14
Gambar 2.9 Sensor PIR.....	15
Gambar 2.10 Bagian-bagian pada sensor PIR.....	15
Gambar 2.11 Pinout ESP32Cam.....	16
Gambar 2.12 Modem Wi-Fi.....	17
Gambar 2.13 Buzzer 12Vdc.....	17
Gambar 2.14 Chat Telegram.....	18
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 3.3 Diagram Perencanaan Alat.....	21
Gambar 3.4 Diagram IPO.....	21
Gambar 3.5 Potensi Energi Surya pada SUTT T.248 Line Buntok-Muarateweh.....	22
Gambar 3.6 Rencana penempatan alat di tower.....	23
Gambar 4.1 Informasi Umum Iradiasi Lokasi Tower.....	28
Gambar 4.2 Azimuth Google Earth.....	29
Gambar 4.3 Penyesuaian Sudut dan Azimuth.....	29
Gambar 4.4 Iradiasi Lokasi Pemasangan Alat.....	30
Gambar 4.5 Panel Surya.....	32
Gambar 4.6 Baterai.....	36
Gambar 4.7 Dimensi Tower SUTT.....	37
Gambar 4.8 Pengujian Sensor PIR.....	37

Gambar 4.9 Notifikasi Telegram Alat.....	38
Gambar 4.10 Pengukuran Jarak Objek Uji.....	39
Gambar 4.11 Lokasi Penempatan Sensor PIR dan Modul ESP32Cam.....	40
Gambar 4.12 Pemasangan Sensor PIR dan Modul ESP32Cam.....	41
Gambar 4.13 Proses Pemasangan Panel Surya.....	41
Gambar 4.14 Proses Pemasangan Arduino, Modem, SCC dan Baterai.....	42
Gambar 4.15 Pemasangan Buzzer.....	43
Gambar 4.16 Hasil Penangkapan Citra Modul ESP32Cam.....	43
Gambar 4.17 Display SCC.....	44
Gambar 4.18 Jenis Burung.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Gangguan Transmisi ULTG Muarateweh.....	1
Tabel 3.1 Rincian Komponen Beban.....	21
Tabel 4.1 Konsumsi Beban Alat.....	28
Tabel 4.2 Suhu Udara Kab. Barito Utara.....	31
Tabel 4.3 Spesifikasi Panel Surya.....	33
Tabel 4.4 Curah Hujan Kab. Barito Utara.....	35
Tabel 4.5 Hasil Uji Sensor PIR.....	39
Tabel 4.6 RAB Pengadaan Alat.....	46
Tabel 4.7 Biaya Penggantian Komponen.....	48
Tabel 4.8 Tower Potensi Gangguan Binatang.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan transmisi merupakan aspek krusial dalam proses penyaluran energi listrik dari pembangkit ke gardu induk, oleh karena itu kondisi peralatan harus dijaga agar tetap prima dan andal dari gangguan [1]. ULTG Muarateweh adalah Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk yang berlokasi di kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah, memiliki aset berupa 4 gardu induk dan 702 tower SUTT serta menjaga jalur *backbone* dari Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) Bangkanai yang menyalurkan daya sebesar 155MW ke sistem interkoneksi Kalimantan. Tentu menjadi sebuah tanggung jawab yang cukup berat dan menantang apabila dikorelasikan dengan potensi gangguan eksternal pada jaringan transmisi akibat kondisi geografis Kalimantan, yang hampir 90% tower SUTT berada di hutan [2].

Sesuai data yang dihimpun pada tahun 2022 hingga 2023, gangguan eksternal yang terjadi pada jaringan transmisi ULTG Muarateweh adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 Data Gangguan Transmisi ULTG Muarateweh

NO	JENIS	2022	2023
1	POHON	54	22
2	PETIR	38	20
3	HEWAN	6	16
TOTAL		98	58

Sumber : Laporan Tahun 2022-2023 ULTG Muarateweh

Dapat dilihat pada Tabel 1.1, gangguan pada jaringan transmisi didominasi oleh pohon dan petir, serta sisanya adalah hewan. ULTG Muarateweh sudah melakukan berbagai tindakan pencegahan, sehingga terjadi penurunan tren gangguan akibat pohon dan petir pada tahun 2023, namun berbeda dengan gangguan disebabkan oleh hewan yang justru mengalami peningkatan. Berdasarkan kondisi dan temuan dilapangan, gangguan yang disebabkan oleh hewan terjadi akibat adanya ular yang memangsa burung di isolator atau *suspension clamp*, namun naasnya terdapat bagian tubuh ular yang menyentuh konduktor dan bagian lainnya menyentuh *body* tower sehingga terjadi hubung singkat fasa-tanah.



Gambar 1.1 Temuan Ular Penyebab Gangguan di T.248 Buntok-Muarateweh.

Tindakan pencegahan yang sudah dilakukan dalam rangka mengatasi gangguan akibat hewan adalah dengan cara memasang jaring, ijuk, dan corong seng. Akan tetapi pada kenyataannya tindakan tersebut tidak membuahkan hasil, bahkan gangguan akibat hewan terjadi berulang ditempat yang sama hingga empat kali pada tahun 2023 seperti gambar 1.1.



Gambar 1.2 Pemasangan jaring dan corong anti binatang

Pencegahan yang terlihat pada gambar 1.2 hanya berfokus pada ular saja, tidak menargetkan penyebab utamanya yaitu burung, kondisi tower yang berada di dalam hutan membuat burung seringkali bersarang dibawah isolator atau *suspension clamp* yang dianggap teduh seperti pada gambar 1.3. Walaupun sarangnya sudah dibersihkan, dalam beberapa waktu kedepan burung cenderung membuat sarang ditempat yang sama dan memunculkan potensi gangguan kembali [3].



Gambar 1.3 Sarang burung pada *suspension clamp*

Untuk mencegah gangguan berulang ditempat yang sama, maka pada Januari 2024 ULTG Muarateweh membuat sebuah inovasi alat pengusir burung bertenaga surya yang

dipasang pada tower SUTT guna mencegah burung bersarang. Gambar 1.4 merupakan alat yang sudah terpasang dan dapat dimonitor secara online melalui telegram dengan memanfaatkan sensor gerak PIR, buzzer, ESP32Cam serta mendapatkan sumber listrik dari baterai dan panel surya.



Gambar 1.4 Alat Pengusir Burung *existing*

Namun permasalahan lain yang muncul adalah dikarenakan curah hujan cukup tinggi di Kalimantan menyebabkan penyinaran cahaya matahari sangat kurang dan alat tidak berfungsi pada malam hari karena energi yang tersimpan dalam baterai sudah habis sehingga alat tidak mampu bekerja dengan andal. Kekurangan lain yang ada pada alat adalah ketika proses pembuatan tidak dilakukan perencanaan sesuai kaidah keilmuan yang berlaku. Begitu juga mengenai perhitungan beban dan perhitungan potensi energi surya yang mampu dibangkitkan di area tower SUTT, sehingga pembuatan alat dapat dikatakan tidak memenuhi standart serta tidak mampu bekerja optimum seperti apa yang sudah diharapkan.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan mengangkat topik mengenai analisis perencanaan alat pengusir burung berbasis energi surya guna meminimalisir potensi gangguan pada jaringan transmisi akibat hewan, serta dapat menjadi acuan untuk perbaikan alat *existing*, maupun pihak yang akan membuat alat serupa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, penelitian akan berfokus untuk menjawab beberapa rumusan masalah diantaranya:

- a. Bagaimanakah cara merencanakan suplai daya alat pengusir burung bertenaga surya?
- b. Bagaimanakah cara kerja dari alat pengusir burung bertenaga surya?

- c. Bagaimanakah perbandingan dari perencanaan alat pengusir burung bertenaga surya dengan alat *existing*?
- d. Bagaimanakah nilai ekonomis dari investasi untuk alat pengusir burung bertenaga surya terhadap kerugian akibat gangguan hewan pada jaringan transmisi?

1.3 Batasan Masalah

Adapun untuk membatasi pembahasan agar tidak keluar dari rumusan masalah yang telah ditentukan, maka diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

- a. Perencanaan pembebanan alat pengusir burung bertenaga surya disesuaikan dengan komponen yang lebih kompleks untuk menunjang keandalan alat.
- b. Dalam perencanaan alat pengusir burung bertenaga surya tidak membahas pada ranah pemrograman IoT.
- c. Data irradiasi matahari mengambil dari website globalsolaratlas.info.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan tercapai dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang telah tersaji adalah sebagai berikut:

- a. Dapat merencanakan suplai daya alat pengusir burung bertenaga surya.
- b. Dapat menganalisis cara kerja alat pengusir burung bertenaga surya.
- c. Dapat menganalisis perbandingan alat pengusir burung bertenaga surya yang sudah direncanakan dengan alat *existing*.
- d. Dapat menganalisis nilai ekonomis dari investasi alat pengusir burung bertenaga surya terhadap gangguan pada jaringan transmisi akibat hewan.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang didapatkan dari penelitian ini, sebagai pengimplementasian ilmu pengetahuan yang sudah dilakukan antara lain:

- a. Mendorong inovasi dalam implementasi tentang ilmu energi baru terbarukan.
- b. Menjadi penambahan wawasan khususnya pada sektor pemanfaatan energi surya menjadi energi listrik.
- c. Membantu korporasi dalam memecahkan masalah yang ada dengan penerapan ilmu energi baru terbarukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang akan menjadi acuan dalam penulisan penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat serta sistematika penulisan sebagai gambaran umum dari penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi mengenai penelitian terdahulu dan dasar teori yang digunakan sebagai rujukan serta referensi penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi mengenai metodologi yang digunakan dalam proses penelitian

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi mengenai data-data pendukung dan hasil dari perencanaan alat pengusir burung bertenaga surya yang kemudian akan dianalisis untuk memecahkan permasalahan yang telah dikemukakan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi mengenai kesimpulan serta saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan, selanjutnya dapat ditarik empat kesimpulan dari rumusan masalah yang telah ditetapkan yaitu:

- a. Dengan data iradiasi matahari menurut website globalsolaratlas.info dan data cuaca oleh BMKG Kab. Barito Utara, didapatkan hasil suplai daya yang dibutuhkan oleh alat pengusir burung bertenaga surya agar dapat bekerja secara optimal dan andal di lokasi pemasangan T.248 Line Buntok-Muarateweh adalah dua buah panel surya dengan kapasitas 120W yang memiliki luas 1,219 m² dan *back up* berupa baterai 12V 200Ah.
- b. Cara kerja dari alat pengusir burung bertenaga surya adalah dengan cara mendeteksi pergerakan burung yang beraktifitas di sekitar *suspension clamp* dengan memanfaatkan sensor PIR. Apabila terdeteksi sebuah gerakan, maka alat akan memerintahkan modul ESP32Cam untuk menangkap citra dan mengirimkannya ke *user* melalui Telegram. Kemudian alat akan memerintahkan buzzer untuk berbunyi selama 15 detik sehingga burung menjauh dari tower. Siklus ini akan berulang ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, dan berakhir ketika buzzer selesai bekerja.
- c. Perbandingan antara alat pengusir burung bertenaga surya yang sudah direncanakan dan *existing* adalah terletak pada suplai daya serta penambahan komponen alatnya. Pada alat *existing* suplai daya hanya ditopang oleh satu panel surya berkapasitas 120 W dan baterai 12V 20Ah yang hanya bisa mensuplai alat sampai 20 jam saja atau kurang dari satu hari, sedangkan untuk perencanaan terdapat dua panel surya berkapasitas 120 W dan baterai 12V 200Ah dengan DOA 2 hari, sehingga dalam kondisi kurang penyinaran matahari alat mampu bekerja menggunakan *back up* baterai hingga 48 jam. Kemudian pada komponen alat *existing* hanya terdapat satu buzzer untuk mengusir burung, sedangkan pada perencanaan menggunakan dua buzzer. Dengan demikian alat pengusir burung yang sudah direncanakan tentu lebih andal daripada alat *existing* yang mana dapat bekerja optimum dalam kondisi cuaca apapun tanpa khawatir akan kekurangan suplai daya.
- d. Nilai investasi dari pengadaan, O&M, dan penggantian komponen selama 25 tahun sebesar Rp. 41.541.101, sedangkan untuk sekali gangguan biaya

operasional yang dikeluarkan sebesar Rp. 2.000.000 dan potensi hilang kWh mencapai Rp. 111.910.000. Nilai yang sangat terpaut jauh hampir 3 kali lipat dari nilai investasi, yang menjadikan alat ini lebih ekonomis terhadap potensi kerugian PLN akibat gangguan hewan.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang diberikan agar penelitian berikutnya lebih baik lagi yaitu sebagai berikut:

- a. Dilakukan perhitungan secara detail terhadap kebutuhan komponen pendukung seperti kabel, isolasi, terminal, dan hal-hal kecil untuk memberikan dampak ketelitian dan kompleksitas.
- b. Perhitungan investasi dapat dirincikan dengan biaya-biaya lain yang muncul ketika pemeliharaan dan penggantian komponen.
- c. Situasi dan kondisi di tower nantinya dapat dilakukan penyesuaian sedemikian rupa sehingga suplai daya dapat lebih efisien dalam membangkitkan energi listrik, namun tetap memperhatikan keselamatan terhadap manusia, lingkungan, alat, dan sistem penyaluran energi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Masarrang, Lily Stiowaty Patras, and Hans Tumaliang, “Rudolfus Masarrang,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 67–74, 2019.
- [2] Rithon Bayu Aji, “Perencanaan Sistem Kelistrikan Kalimantan Dengan Prinsip Regional Balance Tahun 2018-2027,” *Skripsi*, 2018.
- [3] A. Khumaidi, “Prototipe Alat Pengusir Burung Pada Gedung Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor RCWL,” *Ilk. J. Ilm.*, vol. 12, no. 2, pp. 162–167, 2020.
- [4] A. C. Martikha. Kevin Gilang Hermawan, Aribowo, R. Ramadhan, D. T. Listrik, F. Vokasi, and U. N. Surabaya, “Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar Ultraviolet dan Suara pada Pertanian Padi Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar Ultraviolet dan Suara pada Pertanian Padi,” pp. 73–78, 2022.
- [5] M. Sarofah, F. Amaluddin, A. Arifia, and A. Rochmah, “Pemanfaatan Sumber Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Perangkap Dan Pengusir Hama Tanaman Padi Berbasis Mikrokontroller,” *Semin. Ris. Mhs. – Comput. Electr.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–31, 2023.
- [6] A. T. A. Andi taufiq, A. Latief Arda2, and I. Taufiq, “Alat Pengusir Burung Pada Tanaman Padi Berbasis IoT,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 101–107, 2022.
- [7] S. Muddin, K. Kamal, L. Lianti, and Y. Yuhardianti, “Rancang Bangun Alat Pengusir Burung Pemakan Buah Berbasis Suara Ultrasonic,” *ILTEK J. Teknol.*, vol. 18, no. 01, pp. 6–10, 2023.
- [8] N. B. Dharmawan, W. G. Ariastina, and A. A. N. Amrita, “Studi Sistem Proteksi Line Current Differential Relay Pada Saluran Transmisi 150 Kv,” *J.SPEKTRUM*, vol. 7, no. 1, p. 152, 2020.
- [9] M. Iqbal, H. D. Armono, “Pemakaian Temporary Tower untuk Optimalisasi Penyelesaian Rekonduktoring dan Penggantian Tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV,” *Rekayasa*, vol. 16, no. 2, pp. 257–264, 2023.
- [10] Krismadinata, Aprilwan, and A. B. Pulungan, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Simulator Modul Surya,” *Pros. - Semin. Nas. Tek. Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, no. Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan

- Gunung Djati Bandung (SENER 2018), pp. 192–201, 2018.
- [11] A. Stefanie and F. C. Suci, “Analisis Performansi PLTS Off-Grid 600 Wp menggunakan Data Akuisisi berbasis Internet of Things,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 4, p. 761, 2021.
- [12] D. David, P. Studi, T. Elektro, J. Teknik, E. Dan, and S. Informatika, “Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Laboratorium Teknik,” 2024.
- [13] M. Nasution, “Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik,” *Cetak) J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 35–40, 2021.
- [14] R. T. Jurnal, “Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai Plts,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 2, pp. 120–125, 2018.
- [15] S. J. Sokop, D. J. Mamahit, M. Eng, and S. R. U. A. Sompie, “Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 13–23, 2016.
- [16] D. Prihatmoko, “Perancangan Dan Implementasi Pengontrol Suhu Ruangan Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, p. 117, 2016.
- [17] R. Jalaludin and D. Laksmiati, “Perancangan Sistem Kendali Irigasi Otomatis dan Pengusir Hama Burung Dengan Menggunakan Sensor PIR,” *J. Ilm. Telsinas Elektro, Sipil dan Tek. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 122–134, 2023.
- [18] Nur Atikah, Tuti Hartati, Agus Bahtiar, Kaslani, and Odi Nurdiawan, “Sistem Image Capturing Menggunakan ESP32-Cam Untuk Memonitoring Objek Melalui Telegram,” *KOPERTIP J. Ilm. Manaj. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 49–53, 2022.
- [19] N. Yulianto and F. Bacharuddin, “Perancangan Sistem Informasi Parkir dengan WiFi Berbasis Arduino,” *Lontar Komput. J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 3, p. 132, 2016.
- [20] W. Kerja, P. Lubuk, and B. Tahun, “Menara Ilmu Vol. XII Jilid III No.79 Januari 2018,” vol. XII, no. 79, pp. 1–7, 2018.
- [21] D. Maulana, I. G. A. P. Raka Agung, and I. P. Elba Duta Nugraha, “Sistem Monitor Budi Daya Sarang Burung Walet Berbasis Esp32-Cam Dilengkapi Aplikasi Telegram,” *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, p. 143, 2022.