

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTOMATIC BIRD REPEALER
PROTOTYPE USING IOT AND SOLAR ENERGY SOURCES AT THE NUSA
DUA SUBSTATION**

**RANCANG BANGUN PURWARUPA PENGUSIR BURUNG OTOMATIS
DENGAN MEMANFAATKAN IOT DAN SUMBER ENERGI SURYA DI
GARDU INDUK NUSA DUA**

**Saga Priambodo¹, Hoirur Rosiqin Havivi², Anak Agung Ngurah Amrita³, I
Wayan Shandyasa⁴
Universitas Udayana¹²³⁴**

ABSTRACT

Existence of a substation in the electric power system is absolutely necessary. The substation itself is an installation consisting of electrical equipment that functions to convert high voltage electric power to another high voltage or medium voltage. To support the smooth supply of electricity and ensure the continuity of electricity, the ability of the equipment in the substation really needs special attention, such as periodic supervision and maintenance. For example, in the Nusa Dua Substation which is located close to the beach and mangrove forests, there are many wild birds that roam and look for food or even make nests in the Nusa Dua Substation area. The presence of these wild birds can certainly interfere with the operation of the substation, such as defecating and making nests in the electrical equipment of the substation. These wild birds will perch on the equipment in the substation and not infrequently will also defecate on the equipment they perch on. Dirt that is not cleaned will harden over time and can cause disturbances in the form of hotspots and short circuits on the equipment. Hotspot and short circuit disturbances at the substation are obstacles that are not desired by electricity providers in operating their electricity systems. So our group plans to create a prototype that can emit sound waves with frequencies that birds don't like by utilizing IoT and sunlight as a power source. That way, this tool can be operated via the internet and has its own energy source, so it can be operated easily and can be placed in hard-to-reach places without significant maintenance.

ABSTRAK

Keberadaan gardu induk dalam sistem tenaga listrik mutlak diperlukan. Gardu induk sendiri merupakan suatu instalasi yang terdiri dari peralatan listrik yang berfungsi untuk mengubah daya listrik tegangan tinggi menjadi tegangan tinggi atau tegangan menengah lainnya. Untuk mendukung kelancaran penyediaan tenaga listrik dan menjamin kontinuitas kelistrikan, kemampuan peralatan yang ada di gardu induk sangat perlu mendapat perhatian khusus, seperti pengawasan dan perawatan secara berkala. Misalnya saja di Gardu Induk Nusa Dua yang lokasinya dekat dengan pantai dan hutan mangrove, banyak terdapat burung-burung liar yang berkeliaran dan mencari makan atau bahkan membuat sarang di area Gardu Induk Nusa Dua. Keberadaan burung-burung liar tersebut tentu dapat mengganggu operasional gardu induk, seperti membuang kotoran dan membuat sarang di peralatan listrik gardu induk. Burung-burung liar tersebut akan hinggap di peralatan yang ada di gardu induk dan tidak jarang juga akan membuang kotoran di peralatan yang dihinggapinya. Kotoran yang tidak dibersihkan lama-kelamaan akan mengeras dan dapat menimbulkan gangguan berupa titik api dan korsleting pada peralatan. Gangguan hotspot dan arus pendek pada gardu induk merupakan kendala yang tidak diinginkan oleh penyedia listrik dalam mengoperasikan sistem kelistrikannya. Maka dari itu kelompok kami berencana untuk membuat sebuah prototipe yang dapat memancarkan gelombang suara dengan frekuensi yang tidak disukai burung dengan memanfaatkan IoT dan sinar matahari sebagai sumber tenaganya. Dengan begitu, alat ini dapat dioperasikan melalui internet dan memiliki sumber energi sendiri, sehingga dapat dioperasikan dengan mudah dan dapat ditempatkan di tempat yang sulit dijangkau tanpa memerlukan perawatan yang berarti.

Kata Kunci : Substation, Hotspot, Short Circuit, Frequencies, IoT, Solar Power.

I. PENDAHULUAN

Kerusakan pada peralatan-peralatan di Gardu Induk tentunya adalah hal yang tidak diinginkan oleh perusahaan penyedia tenaga listrik ketika menjalankan pengoperasian sistem tenaga listriknya. Salah satu contoh penyebab kerusakan pada peralatan tenaga listrik adalah adanya titik hotspot pada peralatan tersebut. Sedangkan titik hotspot sendiri bisa disebabkan oleh banyak hal, bahkan bisa disebabkan oleh kotoran burung. Kotoran burung yang dibiarkan lama kelamaan akan mengeras dan akan menimbulkan titik hotspot baru.

Bahkan burung liar juga pernah membuat sarang pada rongga-rongga peralatan yang ada pada gardu induk, seperti pada pisau Disconnecting Switch (DS). Keberadaan sarang tersebut tentu dapat mengurangi nilai isolasi pada peralatan tersebut sehingga dapat membuat gangguan berupa hubung singkat.

Atas hal tersebut Gardu Induk Nusa Dua yang lokasinya berdekatan dengan pantai dan hutan bakau, menyuruh petugasnya dilapangan untuk mengusir burung yang berkeliaran di dekat peralatan tenaga listriknya. Tentu hal ini sangat menguras tenaga petugas lapangan dan menjadi sumber masalah pada gardu induk. Kegiatan pengusiran tersebut dapat menghabiskan waktu yang sangat banyak dikarenakan wilayah gardu induk yang luas. Selain itu, relokasi sarang burung akan menyebabkan *shutdown treatment* dalam salah satu *line bus bar* yang menyebabkan akumulasi beban pada satu *line bus bar* saja karena Gardu Induk Nusa Dua hanya memiliki dua buah *line bus bar*, sehingga akan mengurangi keandalan dari sistem dalam Gardu Induk Nusa Dua.

Maka kelompok kami berencana membuat purwarupa yang dapat mengeluarkan gelombang bunyi dengan frekuensi yang tidak disukai burung dengan memanfaatkan IoT dan cahaya sinar matahari sebagai sumber tenaga. Dengan begitu, alat ini dapat dioperasikan melalui internet dan memiliki sumber energinya sendiri, sehingga dapat dioperasikan dengan mudah dan dapat ditempatkan di tempat yang sulit di jangkau tanpa adanya *maintenance* yang berarti.

II. STUDI PUSTAKA

A. Frekuensi dan Desibel yang Tidak Disukai Burung

Frekuensi bunyi (f) adalah jumlah fluktuasi bunyi yang dihitung dalam satu detik. Secara matematik dapat dituliskan dengan $f=1/T$ (Hz) dengan T adalah periode gelombang bunyi (Palupi & Basuki, 2019). Sedangkan Desibel (dB) adalah tingkat kebisingan, tingkat tekanan bunyi atau intensitas suara. Desibel dipakai untuk skala suara dan penguatan pada rangkaian elektronika, seperti pada rangkaian peralatan audio serta komunikasi.

Frekuensi yang efektif untuk dipakai mengusir burung-burung adalah sama dengan frekuensi yang dikeluarkan oleh burung-burung itu sendiri, yaitu dari 800 Hz hingga 5 kHz dengan tingkat tekanan bunyi 85 dB (Palupi & Basuki, 2019).

III. METODOLOGI

A. Perancangan Perangkat Pengusir Burung Otomatis

Purwarupa pengusir burung otomatis ini nantinya berguna sebagai alat yang dapat mengusir burung otomatis dan dapat dikendalikan melalui *smartphone*. Alat ini akan memancarkan frekuensi yang tidak disukai oleh burung.

Purwarupa ini akan menggunakan *mikrocontroller* ESP32 sebagai otak dari purwarupa ini. ESP32 akan mengendalikan purwarupa pengusir burung otomatis ini sesuai dengan perintah dari *smartphone*. Ketika ESP32 mendapat *trigger* dari *smartphone* untuk mengoperasikan purwarupa ini, ESP32 mengirimkan sinyal kepada MP3 Player untuk memutar frekuensi yang sebelumnya sudah disediakan. Kemudian frekuensi yang diputar oleh MP3 Player diteruskan menuju Amplifier, Amplifier menguatkan sinyal frekuensi dari MP3 Player dan kemudian menyalurkan frekuensi yang telah diperkuat menuju ke speaker. Setelah itu speaker mengeluarkan frekuensi yang telah dikuatkan tadi untuk mengusir burung yang ada di sekitar tempat alat ini di implementasikan.

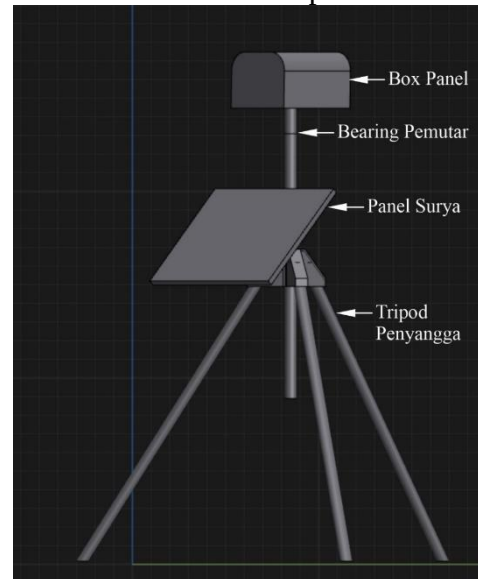
Purwarupa ini memiliki dua mode, yaitu mode otomatis yang akan mengeluarkan frekuensi yang tidak disukai burung satu kali setiap jam dan mode manual yang dapat mengoperasikan purwarupa sesuai keinginan pengguna dengan memilih frekuensi yang telah disediakan dan mengatur tingkat volumenya.

B. Perancangan Perangkat PLTS Off-Grid Sederhana

Dalam purwarupa pengusir burung ini menggunakan panel surya 20 WP sebagai sumber energi, SCC sebagai pengatur daya *in* dan *out*, dan baterai 18650 sebagai penyimpanan energinya. Selain itu, pada PLTS Off-Grid sederhana ini juga dilengkapi sensor yang berfungsi untuk mengukur tegangan dan arus. Sensor ini nantinya akan mengirimkan data ke ESP32 yang nantinya akan ditransmisikan ke *smartphone* melalui jaringan *wifi*. Data yang ditransmisikan oleh ESP32 digunakan untuk monitoring

PLTS ini sendiri. Monitoring dari PLTS ini meliputi tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya, daya yang diproduksi oleh panel surya dan tegangan dari baterai.

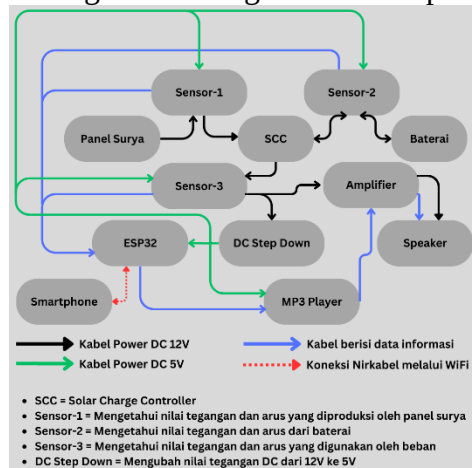
C. Model Alat Purwarupa



Gambar 1: Model Purwarupa
Model alat purwarupa terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

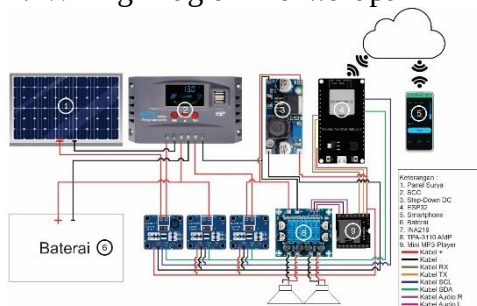
1. Box Panel, berfungsi untuk menyimpan peralatan elektronik dari alat purwarupa, seperti ESP32, Amplifier, Sensor, Transformator, Baterai, SCC, MP3 Player, dan Speaker.
2. Panel surya, berfungsi untuk mengubah irradiasi matahari menjadi energi listrik.
3. Bearing pemutar, berfungsi agar box panel dapat diputar sesuai dengan arah yang diinginkan.
4. Tripod penyangga, berfungsi untuk menyangga atau sebagai dudukan dari alat purwarupa ini sendiri.

D. Single Line Diagram Purwarupa



Gambar 2: Single Line Diagram Purwarupa

E. Wiring Diagram Purwarupa



Gambar 3: Wiring Diagram Purwarupa

F. Membuat Tripod Penyangga Untuk Purwarupa

Dalam pembuatan purwarupa ini hal yang pertama dilakukan adalah membuat tripod yang berfungsi sebagai penyangga dari panel surya

dan box panel. Tripod ini dibuat dengan menggunakan besi berongga yang digabung sedemikian rupa dengan cara di las.



Gambar 4: Tripod Penyangga Purwarupa

G. Merangkai Rangkaian Elektronik Purwarupa pada Box Panel

Box panel digunakan sebagai tempat untuk menyimpan hampir seluruh komponen elektronik dari purwarupa, agar komponen elektronik dari purwarupa tetap aman dan terlindungi karena penempatan purwarupa berada di luar ruangan. Di dalam box panel akan dirangkai ESP32, Amplifier, MP3 Player, Speaker, Baterai, SCC, Dioda, Sensor Arus dan Sensor Tegangan serta DC to DC Step-Down LM 2596. Merangkai komponen-komponen tersebut sesuai dengan wiring diagram yang telah dibuat.



Gambar 5: Isi Box Panel Purwarupa H. Pemasangan Panel Surya dan Box Panel Pada Tripod Penyanngga

Pemasangan panel surya dan box panel pada tripod ini berfungsi guna menyatukan box panel dengan panel surya menjadi satu kesatuan. Hal ini berfungsi untuk mempermudah dari segi mobilisasi apabila diperlukan perpindahan tempat.



Gambar 6: Purwarupa Pengusir Burung

I. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan dengan beberapa metode pengujian, yaitu :

1. Mengetahui hasil produksi PLTS Off-Grid sederhana.

- Sistem PLTS akan di paparkan dengan irradiasi matahari dari jam 07.00 pagi sampai 16.00 sore.

- Dilakukan pengukuran arus dan tegangan pada setiap jamnya. Pengukuran tersebut akan digunakan sebagai acuan daya yang dihasilkan dalam satu jam.
2. Mengetahui reaksi burung yang diletakkan di dalam sangkar.
- Pengujian dilakukan dengan meletakan burung didalam sangkar, dengan posisi sangkar berada di depan, samping kanan, samping kiri, dan belakang purwarupa. Kemudian purwarupa dinyalakan.
 - Burung diletakan dengan variabel jarak 1, 3, 5, 8, 10, 15 meter dari purwarupa pengusir burung otomatis
3. Mengetahu reaksi burung liar yang berada di Gardu Induk terhadap purwarupa.
- Pengujian dilakukan dengan menyebar biji-bijian di dalam area Gardu Induk, dan ketika ada burung liar datang untuk memakan tersebut, purwarupa dinyalakan dari jarak jauh
 - Ukur jarak burung liar dari posisi purwarupa.

IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Hasil Produksi Sistem PLTS Off-Grid Sederhana di Gardu Induk Nusa Dua

Dalam pengujian sistem PLTS Off-Grid Sederhana ini bertujuan untuk mengetahui nilai produksi dari sistem PLTS. Berikut merupakan data hasil pengukuran produksi listrik dari PLTS off-grid sederhana : Tabel 1: Pengujian Produksi Energi Listrik

N o	Jam	Tegangan (V)	Arus (I)	Waktu (h)	Jumlah Produksi (W/
-----	-----	--------------	----------	-----------	---------------------

					h)
1	07.0 0	12.8	0.6 74	1	8.6
2	08.0 0	12.9	0.7 13	1	9.3
3	09.0 0	11.3	1.0 65	1	11.3
4	10.0 0	12.5	1.0 60	1	13.3
5	11.0 0	12.5	1.0 48	1	13.1
6	12.0 0	12.5	1.1 71	1	14.0
7	13.0 0	12.7	1.0 23	1	13.0
8	14.0 0	12.9	0.7 16	1	9.2
9	15.0 0	12.9	0.8 68	1	11.2
10	16.0 0	10.8	0.7 44	1	9.7
Total					112. 7

Pada data diatas dapat dilihat dapat disimpulkan bahwa produksi energi bervariasi sepanjang hari dengan produksi tertinggi tercatat pada pukul 12.00, yaitu sebesar 14.0 W/h. Tegangan berkisar antara 10.8 V hingga 12.9 V, sementara arus bervariasi antara 0.674 A hingga 1.171 A. Total produksi energi dari pukul 07.00 hingga 16.00 adalah 112.7 W/h. Produksi energi cenderung meningkat dari pagi hari, mencapai puncaknya pada siang hari, dan menurun kembali di sore hari.

B. Pengujian Perangkat Pengusir Burung di Gardu Induk Nusa Dua

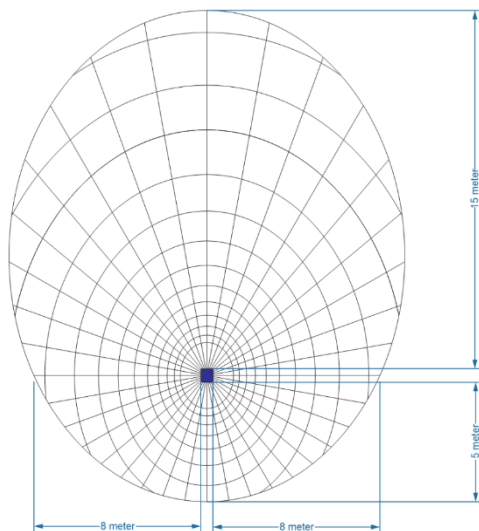
Dalam pengujian perangkat pengusir burung otomatis, parameter yang digunakan adalah jarak objek dengan alat dan posisi relatif objek terhadap alat. Dari parameter tersebut, akan dapat diketahui berapa jarak maksimal atau jarak efektif dan juga radius dari purwarupa pengusir burung otomatis ini. Untuk mengetahui apakah alat berdampak pada objek adalah dengan mengamati perilaku burung, apakah

akan tetap tenang ketika alat dinyalakan atau menjadi tidak tenang ketika alat dinyalakan dan akan terbang.

Tabel 2: Pengujian Radius Kerja Perangkat Pengusir Burung Otomatis

No	Jarak (m)	Posisi Burung Terhadap Alat	Reaksi Burung
01	1	Depan	Menjauhi sumber suara
02	3	Depan	Menjauhi sumber suara
03	5	Depan	Menjauhi sumber suara
04	8	Depan	Menjauhi sumber suara
05	10	Depan	Menjauhi sumber suara
06	15	Depan	Menjauhi sumber suara
07	1	Belakang	Menjauhi sumber suara
08	3	Belakang	Menjauhi sumber suara
09	5	Belakang	Menjauhi sumber suara
10	8	Belakang	Tidak ada reaksi
11	10	Belakang	Tidak ada reaksi
12	15	Belakang	Tidak ada reaksi
13	1	Samping Kanan	Menjauhi sumber suara
14	3	Samping Kanan	Menjauhi sumber suara
15	5	Samping Kanan	Menjauhi sumber suara
16	8	Samping Kanan	Menjauhi sumber suara
17	10	Samping Kanan	Tidak ada reaksi

18	15	Samping Kanan	Tidak ada reaksi
19	1	Samping Kiri	Menjauhi sumber suara
20	3	Samping Kiri	Menjauhi sumber suara
21	5	Samping Kiri	Menjauhi sumber suara
22	8	Samping Kiri	Menjauhi sumber suara
23	10	Samping Kiri	Tidak ada reaksi
24	15	Samping Kiri	Tidak ada reaksi



Gambar 8: Simulasi Radius Kerja Purwarupa

Dari data diatas dapat dilihat ketika jarak burung 1-15 meter di depan alat, maka burung memberikan reaksi berusaha untuk menjauhi sumber suara. Sama halnya dengan ketika burung berada di kanan atau kiri dari alat, burung memberikan reaksi yang sama tetapi hanya dengan sampai jarak 8 meter. Ketika burung berada di belakang alat, burung akan berusaha menjauhi alat ketika jaraknya tidak lebih dari 5 meter.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat di ambil dari tahap realisasi, pengukuran dan pengujian alat Purwarupa pengusir Burung Otomatis dengan Memanfaatkan IoT dan Sumber Energi Surya ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat pengusir burung dibuat dengan bahan dasar pipa besi yang disusun sedemikian rupa sehingga dapat menjadi penyangga sistem alat perangkat dan PLTS sederhananya. Sistem alat perangkat menggunakan ESP32 sebagai otak dari sistem tersebut. Mini DF Player sebagai MP3 Player yang memainkan 3 file audio yang berfrekuensi 800 Hz sampai 5000 Hz, Amplifier TPA 3110 XH-A232 yang bertugas menguatkan sinyal audio dari MP3 Player, dan Speaker sebagai perangkat yang akan mengeluarkan suara dari frekuensi yang akan digunakan.
2. PLTS off-grid sederhana pada alat ini difungsikan sebagai sumber listrik untuk mengoperasikan perangkat pengusir burung ini. Komponen dari PLTS off-grid sederhana ini terdiri dari panel surya polikristalin 20Wp sebagai pengubah irradiansi matahari menjadi energi listrik, Solar Charge Controller sebagai controller panel surya untuk mengisi daya baterai dan distribusi ke beban, serta baterai sebagai alat penyimpanan dari energi listrik yang telah dibangkitkan. Pada PLTS off-grid sederhana ini ditempatkan pula 3 buah sensor INA219 untuk memonitoring kapasitas baterai, daya yang dihasilkan panel surya dan daya yang digunakan untuk menyalakan sistem perangkat pengusir burung. Pada PLTS off-

grid sederhana ini, dapat menghasilkan daya listrik sebesar 112,7 Wh dalam 1 hari pada saat cuaca cerah, dengan tegangan dan arus tertinggi di jam 12.00 sebesar 12,5 V dan 1,171 A. Dengan produksi daya listrik sebesar itu cukup untuk menjalankan alat pengusir burung selama sehari yang konsumsi dayanya sebesar 26,33 Wh dalam mode manual dan baterai juga dalam kondisi *full* karena kapasitas baterainya sebesar 70,35 Wh.

3. Aplikasi Blynk sebagai platform monitoring dan *controlling* alat purwarupa. Alat purwarupa ini dapat dioperasikan melalui *smartphone* dengan memakai platform aplikasi Blynk dan menggunakan jaringan internet melalui *wifi*. Pada aplikasi Blynk akan muncul tampilan nilai tegangan dan arus yang terbaca oleh 3 buah sensor, kapasitas baterai, status pengisian baterai, volume dan frekuensi yang digunakan. *Variable-variable* tersebut dapat dilihat melalui *smartphone* dan digunakan untuk memonitor kinerja dari perangkat.

- [3]. Muminov, A., Jeon, Y. C., Na, D., Lee, C., & Jeon, H. S. (2017). *Development of a solar powered bird repeller system with effective bird scarer sounds*. 2017 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICISCT.2017.8188587>
- [4]. Palupi, M. R., & Basuki, B. (2019). *Penentuan Frekuensi dan Tingkat Tekanan Bunyi Efektif untuk Mengusir Burung di Kawasan Bandara Ahmad Yani Semarang*. *Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*, 2019, 343–350. <https://doi.org/10.31153/ppis.2019.38>
- [5]. Permal, N., Segaran, T. B. R., Verayiah, R., Nagi, F. H., Ramasamy, A. K., & Ishak, S. (2019). *Hardware Implementation of Beam Formed Ultrasonic Bird Deterrent System*. 2019 IEEE 4th International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS), 630–633. <https://doi.org/10.1109/CCOMS.2019.8821681>

REFERENSI

- [1]. Aryanto, T., & Sunardiyo, S. (2013). *Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi di Gardu Induk 150 KV Jepara*. 5(2).
- [2]. Henriana, H., & Permata, E. (2022). *PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN HOT SPOT (TITIK PANAS) PADA DS (DISCONNECTOR SWITCH) REL 2*. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 1(4), 93–104. <https://doi.org/10.55606/juprit.v1i4.869>