

# Perancangan Prototype Monitoring Dan Akuisi Data Pengujian Noise Trafo Berbasis ESP32

Fitri<sup>a)</sup>, Indrazno Siradjuddin<sup>a)</sup>, Wahyu Tri Wahono<sup>a)</sup>, Dinda Ayu Permatasari<sup>\*a)</sup>, Abu Yazid Albastomi<sup>a)</sup>

(Received 21 November 2023 || Revised 22 Desember 2023 || Accepted 30 Oktober 2024)

**Abstract:** *The noise level on the transformer is very important to be considered, because it can cause problems if it does not meet the standards. Excessive noise can violate regulations set by the Ministry of Environment regarding noise limit thresholds, In addition, excessive noise also indicates an indication of a bad transformer construction and will result in the performance of the transformer itself. PT Trafoindo Prima Perkasa, as one of the largest and first transformer manufacturers in Indonesia, tests every transformer produced, including its noise level. The testing is conducted in the Quality Check division. However, testing that is still done manually often causes queue buildup in the production line, along with the increasing demand, especially from PLN, a faster testing process is needed but still meets the set standards. Therefore, a faster, safer, and more efficient testing method is needed to support a continuous production. Based on this requirement, the author designs a prototype monitoring system and data acquisition of ESP32-based transformer noise testing to help speed up and simplify the testing process, so that the finished product can be sent immediately without reducing the quality and standards that have been set.*

**Keywords:** *Noise, Transformer, Monitoring, ESP32, Prototype*

## 1. Pendahuluan

Sektor kelistrikan memegang peran penting dalam pembangunan suatu negara [1]. Perannya tidak hanya sebatas sebagai sarana produksi untuk memfasilitasi pembangunan sektor-sektor ekonomi lainnya (seperti industri pengolahan, pertanian, pertambangan, pendidikan, dan kesehatan), tetapi juga sebagai faktor yang bisa memenuhi kebutuhan sosial masyarakat sehari-hari [2]. Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam sistem tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah[3].

Pada sistem distribusi terdapat beberapa komponen, salah satunya yaitu transformator yang memindahkan energi listrik dari satu rangkaian ke rangkaian yang lain atau dari sumber listrik ke beban-beban umumnya dengan merubah tegangan mempunyai peran yang sangat penting dalam pemanfaatan energi listrik [4]. Karena itu pemilihan transformator yang tepat sesuai dengan kebutuhan dalam instalasi akan sangat mengefektifkan pengoperasiannya. Kelebihan kapasitas pada transformator dapat menyebabkan panas, serta menimbulkan suara bising [5]. Bising atau yang biasa disebut sebagai "noise" pada transformator dapat mengganggu lingkungan di sekitar peletakan trafo, dan yang lebih penting lagi noise dapat mempengaruhi fisik transformator itu sendiri yang akhirnya akan mengurangi nilai ekonomisnya [6].

PT. Trafoindo Prima Perkasa merupakan salah satu perusahaan manufaktur transformator dan instrument terkait jaringan distribusi daya terbesar dan pertama di Indonesia. Pada PT. Trafoindo Prima Perkasa menerapkan standar yang ketat untuk memastikan transformator yang telah diproduksi memiliki kualitas yang baik dan layak untuk digunakan, standar yang digunakan meliputi standar internasional IEE, IEC, ataupun SPLN. untuk menjaga kualitas produk PT. Trafoindo Prima Perkasa selalu melakukan pengujian di divisi *Quality Check*. Seiring dengan pertumbuhan distribusi Listrik di Indonesia maka permintaan produksi transformator di PT. Trafoindo Prima Perkasa juga meningkat khususnya permintaan dari pihak PLN. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dan produk yang sudah selesai segera dikirim maka dibutuhkan alur pengujian yang cepat namun

tetap memenuhi standar yang telah ditetapkan [7]. Penurunan kapasitas produksi bisa saja terjadi apabila disalah satu bagian terhambat yang menyebabkan penumpukan antrian alur produksi, dan bagian yang paling sering menghambat dan menyebabkan terjadinya penumpukan alur antrian produksi adalah pada divisi *Quality Check* dikarenakan transformator yang sudah selesai diproduksi haruslah melakukan pengujian dan transformator yang belum diuji akan diletakkan disekitar plant produksi, dan apabila tidak ada tempat lagi untuk penyimpanan transformator yang mengantri untuk pengujian maka akan menghambat proses produksi [8].

Pengujian *noise* transformator pada PT. Trafoindo Prima Perkasa masih menggunakan sistem pengukuran manual, yaitu dengan cara melakukan pengukuran bertahap di 10 titik badan transformator menggunakan *sound level meter* setelah itu hasil pengukuran tersebut dicatat secara manual lalu setelah semua pengujian selesai baru dimasukkan kedalam sistem *database* perusahaan. pengujian dan perekapan data secara manual tersebut bisa menyebabkan terhambatnya alur proses produksi [9]. Untuk itu diperlukan metode pengujian yang lebih *safety* dan efisien. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis akan membuat Rancang *Prototype* Monitoring dan Akuisisi Data Pengujian *Noise* Trafo berbasis ESP32.

Penelitian yang dilakukan oleh Dewa [10] membahas tentang perancangan alat pendeteksi kebisingan kendaraan bermotor berbasis Internet of Things menggunakan mikrokontroler Arduino, dengan sensor KY-037, sensor MAX4466, dan ESP32-CAM. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor KY-037 memiliki akurasi lebih rendah dibandingkan sensor MAX4466. Sementara itu, penelitian oleh Agus [11] merancang alat uji kebisingan knalpot sepeda motor berbasis mikrokontroler PIC16F877A. Hasilnya menunjukkan bahwa input dari transduser belum sempurna dan berbeda jauh dari alat impor dengan selisih pengukuran 30-60 dB. Penelitian oleh Theodorus [12] mengembangkan alat deteksi kebisingan berbasis Arduino Uno dengan sensor suara FC-04. Kesimpulannya, alat tidak dapat mendeteksi suara di bawah 47,79 dB dan baru bekerja normal pada suara di atas 70 dB. Terakhir, penelitian oleh Nur [13] merancang sistem monitoring kebisingan real-time berbasis website menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor MAX4466. Akurasi alat ini mencapai 97,07% dengan nilai error

\*Korespondensi: dinda\_ayu@polinema.ac.id

a) Prodi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia

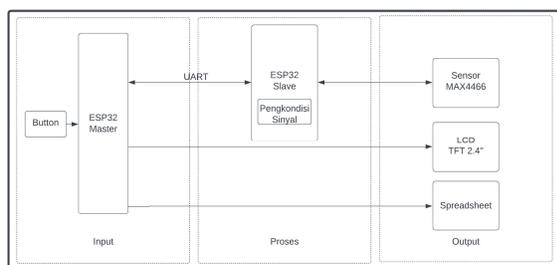
2,93%, dan monitoring dilakukan melalui website menggunakan localhost.

Penelitian-penelitian sebelumnya memberikan landasan penting bagi pengembangan prototipe monitoring dan akuisisi data pengujian noise trafo berbasis ESP32. Beberapa penelitian terkait fokus pada penggunaan mikrokontroler, seperti Arduino dan ESP32, serta sensor suara, seperti KY-037 dan MAX4466, untuk mendeteksi kebisingan kendaraan dan lingkungan kerja. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor MAX4466 memiliki akurasi yang lebih baik, dan pentingnya mempertimbangkan batas deteksi suara dalam perancangan alat. Dengan wawasan ini, penelitian tentang noise trafo dapat mengadopsi sensor yang tepat dan metode monitoring real-time yang efektif, memastikan hasil yang lebih akurat dan relevan dalam mendeteksi noise trafo.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu *prototype* yang berguna untuk menyelesaikan permasalahan yang penulis temukan pada plant *Quality Check* pada saat pengukuran tingkat *noise* transformator oleh PT. Trafoindo Prima Perkasa, diharapkan dengan dibuatnya *prototype* alat ini bisa membuat perusahaan melakukan evaluasi terhadap plant tersebut dan membuat pengembangan berdasarkan *prototype* yang telah dibuat, Beberapa masalah yang diharapkan dapat terselesaikan setelah penelitian ini mampu membuat pengukuran tingkat *noise* pada divisi *Quality Check* menjadi lebih efisien dan cepat, serta membuat pengukuran menjadi lebih *safety* dan mengurangi risiko tingkat kecelakaan kerja, juga membuat pengukuran dan *logging data* bisa dilakukan secara bersamaan

## 2. Metode

Perancangan Sistem dibuat berdasarkan hasil kajian dari studi literatur dari penelitian lain yang masih berkaitan, seperti komponen, prinsip kerja, serta bagian – bagian lainnya, dalam blok diagram sistem akan dijelaskan lebih lanjut mengenai *input*, *proses*, *output* serta prinsip kerja menyeluruh mengenai alat ini.



GAMBAR 2.1 BLOK DIAGRAM SISTEM

Pada bagian *input* yang terdapat pada Gambar 2.1 ada dua buah komponen, yang pertama adalah button sebanyak dua buah yang nantinya akan sebagai input dan perintah untuk memulai prosedur pengukuran. Dan yang satunya merupakan tombol untuk melakukan *reset* dari hasil sebelumnya dan memulai siklus pengukuran dari awal, Sedangkan ESP32 *Master* disini berfungsi untuk meneruskan sinyal dari tombol untuk kemudian diteruskan kepada ESP32 *Slave* untuk dilakukan proses lebih lanjut, dan ESP32 *Master* juga akan berfungsi sebagai *input* kepada LCD TFT dan *Spreadsheet*.

Pada blok diagram proses pada Gambar 2.1 terdapat satu buah mikrokontroler yaitu ESP32 yang berfungsi sebagai *Slave*, ESP32 disini berfungsi untuk meneruskan perintah yang telah didapatkan dari ESP32 *Master* lalu selanjutnya akan memberikan perintah untuk melakukan pengukuran kepada sensor MAX4466

secara berurutan setelah mengirimkan sinyal kepada sensor dan kemudian sensor aktif hasil pembacaan sensor akan diterima kembali oleh ESP32 *Slave* kemudian hasil tersebut dikondisikan untuk mencapai nilai yang diinginkan, Pengkondisian sinyal yang dimaksud adalah berupa regresi linier untuk pembacaan sensor agar sesuai dengan kondisi aktual di lapangan berdasarkan data hasil kalibrasi lapangan, Selain itu dilakukan juga konversi data menjadi nilai satuan dB.

Pada blok bagian output terdapat tiga buah elemen yang dapat dilihat pada Gambar 2.1, yang pertama terdapat Sensor MAX4466 yang berfungsi sebagai output sekaligus input dikarenakan setelah ESP32 *Slave* mengirimkan perintah kepada Sensor MAX4466 berupa sinyal tegangan maka sensor akan aktif dan mulai melakukan pengukuran suara, dan sensor hanya akan aktif atau mengukur ketika ESP32 *Slave* memberikan sinyal kepada sensor. Elemen yang kedua berupa satu buah LCD yang berguna untuk menampilkan hasil dari pengukuran tingkat *noise* yang dihasilkan oleh transformator dan sudah diproses oleh ESP32 *Slave*. Dan untuk elemen yang terakhir adalah *spreadsheet* yang mana merupakan platform yang digunakan sebagai pengumpulan data hasil pengukuran yang telah dilakukan dan untuk digunakan sebagai *logging* data perusahaan. Dalam perancangan *prototype* ini, sistem dirancang untuk mempermudah pekerjaan pengukuran tingkat *noise* agar lebih cepat, efisien, serta selamat.

Pada bagian perancangan elektrik akan dibahas tentang perancangan sensor MAX4466, rangkaian *Buzzer*, rangkaian LCD TFT, rangkaian komunikasi ESP. Sensor suara MAX4466 digunakan untuk mengukur kebisingan yang dihasilkan oleh transformator dengan mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik. Sensor ini menghasilkan output analog yang nilainya bergantung pada intensitas suara yang diterima. Nilai analog ini dikonversi menggunakan ADC untuk kalibrasi dan konversi satuan desibel. Kalibrasi dilakukan dengan Sound Level Meter dalam ruangan kedap suara pada frekuensi 400-1000 Hz, menyerupai noise transformator. Hasil pengukuran sensor disesuaikan menggunakan regresi polynomial untuk meningkatkan akurasi, dan hasil uji dibandingkan dengan alat standarisasi *Sound Level Meter*. LCD yang digunakan dalam sistem ini adalah jenis TFT (*Thin Film Transistor*), yang menampilkan hasil pengukuran kebisingan yang diproses oleh ESP32. LCD ini unggul dalam kualitas gambar, kontras, kecerahan, dan tampilan berwarna karena memiliki layar RGB. Tampilan layout LCD didesain menggunakan library dari internet, dengan penataan huruf, angka, dan garis sesuai rencana tampilan yang dibuat.

Komunikasi antar ESP32 dalam sistem ini diperlukan untuk menangani keterbatasan port input saat Wi-Fi diaktifkan, yang hanya memungkinkan penggunaan ADC01. Untuk mengatasi hal ini, digunakan ESP tambahan dengan protokol komunikasi UART [14]. Dalam sistem ini, ESP32 yang menangani input sensor berperan sebagai *Slave*, sementara ESP32 lainnya bertindak sebagai *Master* untuk menampilkan hasil pengukuran pada LCD dan melakukan logging data ke *spreadsheet*. *Buzzer* digunakan sebagai indikator keamanan selama pengukuran berlangsung, memberikan peringatan kepada operator. *Buzzer* berbunyi satu kali saat pengukuran dimulai atau tombol start ditekan, dan berbunyi dua kali saat pengukuran selesai. Rangkaian *Buzzer* diatur dalam konfigurasi common-emitter, dihubungkan ke sumber tegangan VCC dan kaki collector.

Perancangan *software* dibuat untuk memberikan gambaran mengenai program yang akan digunakan pada sistem yang

didalamnya terdapat program sistem seperti program sensor suara beserta seluruh pengolahan nilai outputnya seperti konversi ADC, Sampling, *Low Pass Filter*, Kalibrasi regresi polinomial, dan Program *Logging* data ke *Spreadsheet*. Pada perancangan alat ini, *Spreadsheet* digunakan sebagai media untuk melakukan *logging data* dari hasil pengukuran yang sudah dilakukan oleh alat [15]. Pada *spreadsheet* ini nantinya akan ada *cell* dan *sheet* yang dibutuhkan untuk tempat data hasil pengukuran.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui respon dari keseluruhan sistem yang telah dirancang apakah sudah sesuai dengan sistem yang diinginkan atau tidak. Mulai dari akurasi pembacaan sensor dibandingkan dengan alat ukur standar, Lalu komunikasi UART dari kedua ESP *Master* dan *Slave*, Lalu menampilkan seluruh keluaran melalui LCD TFT dan yang terakhir adalah mengetahui apakah *Google Spreadsheet* sudah bisa bekerja dengan menampilkan hasil output daripada nilai pembacaan sensor.

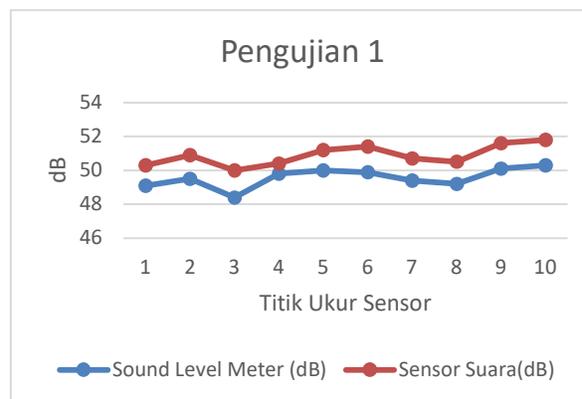
Pengujian keseluruhan ini dilakukan di *plant quality check noise* PT Trafoindo Prima Perkasa seperti standar yang telah ditentukan oleh perusahaan. Pengujian ini menggunakan objek berupa dua buah Transformator dengan kapasitas 100kVA dan 50 kVA. Lalu menggunakan satu buah ruangan pengujian kedap suara yang nantinya transformator tersebut akan diberikan tegangan sebesar 231 VAC dengan keadaan *No Load* atau tanpa beban apapun yang terhubung pada transformator, Perbandingan data dilakukan dengan alat ukur *Sound Level Meter* yang digunakan oleh perusahaan proses pengukuran.

TABEL 3.1 HASIL PENGUKURAN PENGUJIAN 1

Titik Ukur	Sound Level Meter (dB)	Sensor Suara(dB)	Error (%)
1	49,6	51,2	3,1
2	50,8	51,7	1,7
3	49,7	50,1	0,7
4	51,5	52,3	1,5
5	53,0	54,5	2,7
6	49,6	50,2	1,1
7	48,1	50,6	4,9
8	50,4	50,9	0,9
9	47,6	48,4	1,6
10	48,5	49,8	2,6
Rata Rata	49,88	51,66	3,1

Hasil pengukuran pengujian yang pertama pada Tabel 3.1 menunjukkan bahwa hasil dari sistem perancangan menunjukkan bahwa sistem telah berjalan dengan baik, lalu hasil respon daripada pengujian pengukuran pertama dari 10 data menghasilkan rata-rata error sebesar 3,1%, Nilai error yang dihasilkan tergolong kecil dari setiap sensor namun pada sensor 7 ditunjukkan bahwa nilai error cukup besar yaitu 4,9%. Pada Gambar 3.1 diatas dapat dilihat grafik hasil pengukuran pengujian pertama yang mana pada grafik tersebut garis berwarna biru menunjukkan respon hasil pengukuran mewakili *Sound Level*

*Meter*, lalu untuk garis berwarna jingga mewakili sensor suara. Respon hasil grafik yang ditunjukkan memiliki selisih atau gap yang cukup terlihat dengan rata – rata perbedaan nilai sebesar 1%.



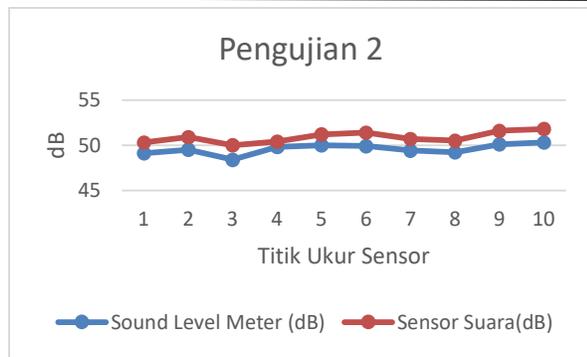
GAMBAR 3.1 GRAFIK HASIL PENGUJIAN PENGUKURAN 1

Hasil pengukuran pengujian kedua pada Tabel 3.2 menunjukkan hasil yang sama yaitu sistem berjalan dengan cukup baik, Hasil respon pengujian kedua menghasilkan nilai rata – rata 2,5% dari 10 data yang disajikan, Nilai error yang dihasilkan pada masing – masing sensor lebih besar daripada pengujian pertama yang mana memiliki selisih yang terbesar diantara 10 data adalah 2,9% sedangkan untuk yang terkecil berada diangka 1,1%, Namun hasil ini masih terbilang cukup baik karena tidak terlampaui jauh dengan yang lain.

Gambar 3.2 diatas menunjukkan grafik hasil respon pengujian pengukuran kedua, warna biru merupakan respon daripada *Sound Level Meter*, Sedangkan warna jingga adalah untuk mewakili Sensor suara, dapat dilihat bahwa respon hasil grafik di pengukuran kedua memiliki karakteristik yang hampir sama namun jarak atau gap antara sensor suara dan *Sound Level Meter* tidak berbanding terlalu jauh dan jarak antar data juga memiliki nilai error yang konstan tidak seperti pengukuran pertama

TABEL 3.2 HASIL PENGUKURAN PENGUJIAN 2

Titik Ukur	Sound Level Meter (dB)	Sensor Suara (dB)	Error (%)
1	49,1	50,3	2,3
2	49,5	50,9	2,7
3	48,4	50,0	3,2
4	49,8	50,4	1,1
5	50,0	51,2	2,3
6	49,9	51,4	2,9
7	49,4	50,7	2,5
8	49,2	50,5	2,5
9	50,1	51,6	2,9
10	50,3	51,8	2,8
Rata Rata	49,57	50,88	2,5



GAMBAR 3.2 GRAFIK HASIL PENGUJIAN PENGUKURAN 2

Epoch	Time Stamp	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10
1	2024-07-21 10:08:25	50,21	51,73	50,16	52,34	54,58	52,29	50,61	50,91	49,42	49,89
2	2024-07-21 10:10:22	50,33	50,90	50,00	50,42	51,28	51,49	50,71	50,58	51,65	51,82

GAMBAR 3.3 TAMPILAN SPREADSHEET HASIL PENGUJIAN PENGUKURAN 1 & 2

Gambar 3.3 diatas merupakan respon hasil yang tertampil pada *Google Spreadsheet* yang mana hasil respon tersebut menandakan bahwa sistem bekerja dengan baik pada bagian ini. Setelah melakukan dua kali pengujian sistem keseluruhan dari alat, dapat dilihat bahwa setiap blok dari sistem yang sudah dirancang dan diuji dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rencana yang telah dibuat sebelumnya

#### 4. Kesimpulan

Pada perancangan "Rancang Prototype Monitoring Dan Akuisi Data Pengujian Noise Trafo Berbasis ESP32" terdiri dari tiga buah bagian utama yaitu, Olah data pembacaan sensor MAX4466, Pengiriman data antar ESP32 Master-Slave, dan pemrosesan hasil keluaran berupa tampilan ke LCD TFT dan Logging Data ke Spreadsheet. Tingkat akurasi pembacaan sensor setelah diolah menggunakan dataset nilai sampling dan metode regresi polinomial orde 3 berada pada tingkat keakuratan 96-97%. Penyesuaian hasil data agar mendekati nilai alat ukur sebenarnya mungkin saja dilakukan dengan cara melakukan tuning manual dan memilih regresi polinomial dengan orde yang lebih tinggi terhadap dataset nilai sampling yang dimasukkan kedalam program, Cara ini bisa membuat hasil data program mendekati dengan hasil yang terukur pada Sound Level Meter. Pada saat alat ini dihubungkan dengan sumber daya dan tempat yang berbeda sensor harus dikalibrasi ulang berdasarkan kondisi ruangan.

#### Referensi

[1] F. Maulidya Anggrayni and Dzulkifih, "Rancang Bangun Sound Level Meter Berbasis Arduino Uno untuk Mengukur Kebisingan Intermiten Akibat Kereta Api Melintas," *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 11, pp. 8–17, 2022.

- [2] M. A. Auliq and F. R. Zamroni, "Prototype Alat Pendeteksi Dini Gangguan Fuse Cut Out (FCO) Sistem Kelistrikan PLN Berbasis IoT," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 3, no. 2, pp. 95–103, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/ELKOM/article/view/5569>.
- [3] A. Mutohar, "PROTOTYPE ALAT MONITORING KUALITAS UDARA DI RUANG OPERASI YANG TERINTEGRASI BERBASIS IoT," *Repository.Unissula.Ac.Id*, 2021, [Online]. Available: [http://repository.unissula.ac.id/22970/12/Magister Teknik Elektro\\_20601700003\\_fullpdf.pdf](http://repository.unissula.ac.id/22970/12/Magister_Teknik_Elektro_20601700003_fullpdf.pdf).
- [4] M. J. Manurung, P. Poningsi, S. R. Andani, M. Safii, and I. Irawan, "Door Security Design Using Fingerprint and Buzzer Alarm Based on Arduino," *J. Comput. Networks, Archit. High-Performance Comput.*, vol. 3, no. 1, pp. 42–51, 2021, doi: 10.47709/cnaahpc.v3i1.929.
- [5] A. Alfani, P. Murdiyati, and L. H. Gunanto, "Rancang Bangun Sensor Node Untuk Sistem Monitoring Energi Listrik Nirkabel Pada Gedung Dalam Kampus Politeknik Negeri Samarinda," *PoliGrid*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.46964/poligrid.v2i1.707.
- [6] Wahyudi, Jumrianto, and A. Syukur, "Kalibrasi Sensor Tegangan dan Sensor Arus dengan Menerapkan Rumus Regresi Linear menggunakan Software Bascom AVR Info Articles," *J. Syst. Inf. Technol. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.ivet.ac.id/index.php/jsitee>.
- [7] H. L. Latupeirissa, "Analisa Umur Pakai Transformator Distribusi 20 Kv Di Pt. Pln Cabang Ambon," *J. Simetrik*, vol. 8, no. 2, pp. 126–132, 2018, doi: 10.31959/js.v8i2.101.
- [8] P. Pendiadi, S. Meliala, M. A. Muthalib, and A. Blintoro, "Studi Kadar Gas Amonia Menggunakan Sensor Amonia Mq135 Menggunakan Spreadsheet Berbasis Internet of Thing (Iot)," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 2, pp. 75–84, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.2.75-84.
- [9] M. Fajar and A. Munir, "Perancangan Sistem Pendeteksi Jarak Aman Parkir Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jtriste*, vol. 5, no. 1, pp. 66–78, 2018, [Online]. Available: [www.google.com](http://www.google.com).
- [10] B. S. Dewa, I. H. Santoso, and Fardan, "Perancangan Dan Implementasi Alat Pendeteksi Kebisingan Kendaraan Bermotor Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Sensor KY-037 Dan Sensor MAX4466," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 8, p. 3463, 2022.
- [11] A. Mulyana and S. S. Nurdin, "Perancangan alat uji kebisingan knalpot sepeda motor berbasis mikrokontroler PI16F877A," *J. Sist. Komput. Unikom*, vol. 1, no. 2, pp. 1–7, 2012.
- [12] T. S. Kalengkongan, D. J. Mamahit, and S. R. U. . Sompie, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 2, p. 183, 2018, doi: 10.1093/nq/158.2.431c.
- [13] N. T. Febriyanti, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEBISINGAN SECARA REALTIME BERBASIS WEBSITE DALAM LINGKUNGAN KERJA SEBAGAI PENDUKUNG DATA KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3)," Universitas Lampung, 2023.
- [14] 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, doi: 10.32485/kopertip.v6i2.141.

[15] R. B. A. Hastariyadi and S. M. Sani, "PROTOTIPE PENGUKUR VOLUME BEJANA UKUR STANDAR BERBASIS INTERNET OF THINGS DALAM TERA DAN TERA ULANG POMPA UKUR BAHAN BAKAR," vol. 12, no. 3, 2024.