

Rancang Bangun Lampu Sein Dengan Perintah Suara Menggunakan Platform Edge Impulse

Design and Realization Turn-sign Lamp With Voice Recognition Using Edge Impulse Platform

Dwi Susilo^{1*}, Imelda Uli Vistalina Simanjuntak²,

^{1,2}Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, DKI Jakarta, Indonesia

Jl. Raya Kranggan No.6 Jatisampurna, Kota Bekasi 17432

dwisusilo28@gmail.com^{1*}; imelda.simanjuntak@mercubuana.ac.id

Abstrak – Salah satu fitur penunjang keselamatan pengendara di jalan umum adalah lampu sein. Lampu sein berfungsi sebagai tanda atau informasi kepada pengendara lain bahwa kita akan melakukan perubahan arah ke kanan atau ke kiri. Pentingnya menyalakan lampu sein pada sepeda sebelum berbelok, sering dilupakan oleh para pengendara sepeda, dikarenakan sepeda jarang dipasangkan dengan lampu sein seperti pada sepeda motor. Oleh karena itu, di berikan solusi mengaktifkan lampu sein otomatis menggunakan teknologi machine learning atau pembelajaran mesin yang pengenalan suaranya yang mengontrol lampu sein bekerja. Metode Penelitian yang digunakan merancang sebuah prototipe sistem lampu sein otomatis menggunakan perintah suara berbasis pembelajaran mesin Edge impulse. Edge Impulse merupakan merupakan layanan cloud untuk mengembangkan model pembelajaran mesin (machine learning) di perangkat yang ditargetkan perangkat TinyML. Prototipe ini menggunakan Arduino Nano 33 BLE Sense sebagai mikrokontroler dan Lampu LED sebagai keluarannya. Dari hasil ujicoba sistem diperoleh hasil rata-rata delay lampu LED sebesar 0.988 detik, persentase pengujian keberhasilan respon perintah suara pada kebisingan kurang dari 60 dBA mencapai 80%. Untuk uji kebisingan lebih dari 70 dBA adalah 50% dan pengujian respon perintah suara individu yang berbeda pada kebisingan kurang dari 60 dBA 70% sedangkan persentase keberhasilan lebih dari 70 dBA adalah 30%. Secara keseluruhan prototipe sistem ini dapat berjalan dengan baik.

Kata Kunci: Lampu sein, sepeda, kontrol suara, kebisingan, Edge impulse.

Abstract – One of the supporting features for driver safety on public roads is the turn signal. The turn signal is a sign or information to other motorists that we will change direction to the right or left. The importance of turning on the turn signal on a bicycle before turning is often forgotten by cyclists because bicycles are rarely paired with turn signals like motorbikes. Therefore, a solution is to activate the automatic turn signal using machine learning technology or machine learning, where the voice recognition that controls the turn signal works. The research method used is to design a prototype of an automatic turn signal system using voice commands based on Edge impulse machine learning. Edge Impulse is a cloud service for developing machine learning models on devices targeted by TinyML devices. This prototype uses Arduino Nano 33 BLE Sense as a microcontroller and an LED as the output. From the system's test results, the average delay of the LED lights is 0.988 seconds. The percentage of successful voice command response tests at noise less than 60 dBA reaches 80%, noise more than 70 dBA is 50%, and individual voice command response tests differ at noise less than 60 dBA 70%, while the percentage of success more than 70 dBA is 30%. Overall this prototype system can run well.

Keywords: Signal Lamp, bicycles, voice controll, noise, Edge impulse.

1. Pendahuluan

Keselamatan saat mengendarai sepeda saat memutar haluan sering terjadi kecelakaan apabila berjalan di jalanan raya dan pengendara tidak berhati-hati menengok ke situasi di belakang. Oleh karena itu, penggunaan lampu sein perlu di pasang terutama pada kondisi gelap malam hari. Selama ini, pengendara sepeda konvensional sering lupa dalam menggunakan fitur keselamatan sepeda. Oleh karena itu banyak penelitian serupa yang telah mengintegrasikan lampu sein otomatis pada sepeda menggunakan *machine learning*.

Machine learning dapat didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang diadopsi dengan cara pembelajaran yang berasal dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang [1]. Berdasarkan fungsi tersebut memunculkan ide baru untuk penggunaan teknologi pembelajaran mesin yang disebut dengan Edge Impulse. Edge Impulse adalah lampu sein yang dikendalikan oleh perintah suara. Perintah suara atau pengenalan suara proses adalah metode dalam menterjemahkan sinyal suara menjadi tulisan dengan menggunakan alat komputer [2]. Edge Impulse sendiri merupakan platform pengembangan *machine learning* atau pembelajaran mesin berbasis *cloud*/awan [3].

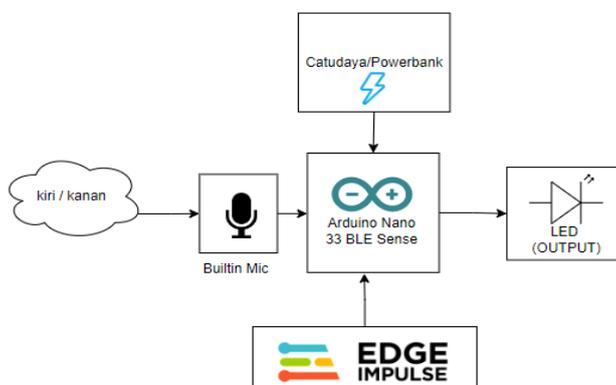
Beberapa penelitian berikut telah membuat sistem kontrol menggunakan *machine learning*, diantaranya referensi [4] membuat *Smart Hazard* otomatis saat lampu sein dinyalakan. Referensi [5] merancang lampu sein otomatis berdasarkan kecepatan dan keseimbangan motor, menggunakan merancang lampu sein otomatis dengan logika fuzzy untuk pengambil keputusan deteksinya [6], [7], dengan teknik counter [8], dengan sudut belokan roda dengan poros kendaraan [9], [10], dengan *Voice Recognition* [11], [12], [14] dengan metode Text Processing [13], dan dengan Jaringan Syaraf Tiruan [15], [16].

Semua referensi diatas menunjukkan bahwa penelitian ini sudah banyak di lakukan sebelumnya dan sekaligus menjadi referensi dalam perancangan sistem prototipe yang dirancang. Mulai perancangan awal, koding integrasi arduino dengan sensor sampai pada pengujian parameter sistem keseluruhan. Oleh karena itu penelitian mengambil kebaruan dari implementasi *machine learning* pada sepeda dengan integrasi sensor suara sebagai perintah lampu sein otomatis. Tujuan penelitian mempermudah pengendara sepeda dalam memutar Haluan agar terhindar dari kecelakaan di jalan umum pada malam hari.

2. Metode Penelitian

2.1. Diagram Sistem

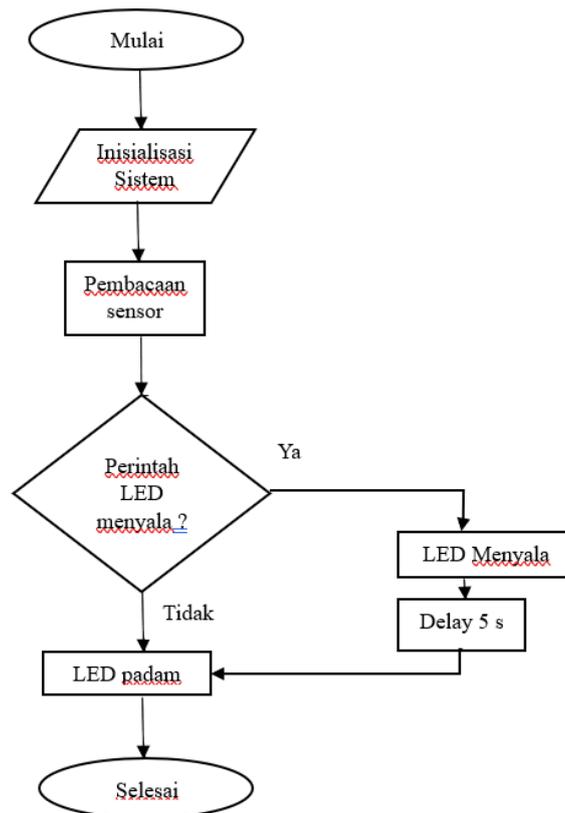
Gambar 1 merupakan rangkaian blok diagram yang terdiri dari sumber daya/sumber tegangan yang berfungsi sebagai sumber tegangan bagi perangkat. Mikrofon (MP34DT05) merupakan sensor penerima suara yang terpasang pada Arduino. Kemudian *Edge Impulse* berperan sebagai penyedia sekaligus pembuat sistem *library* yang mengendalikan keluaran sistem pada lampu *LED*.



Gambar 1. Blok Diagram sistem

2.2. Diagram Alir Kerja Alat

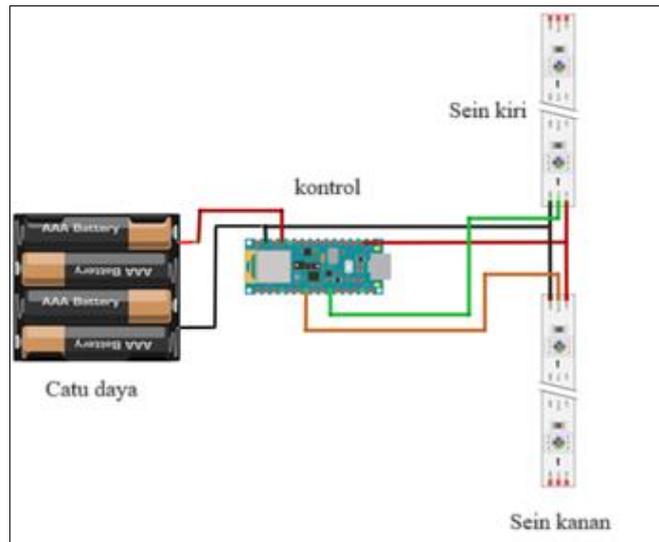
Sistem kerja kontrol sebagaimana digambarkan pada diagram alir Gambar 2 dimulai dari inialisasi sistem dimana proses ini sistem akan menginisialisasi semua perangkat yang terhubung pada Arduino Nano 33 BLE Sense. Sensor mikrofon MP34DT05 yang terpasang pada papan Arduino Nano 33 BLE Sense akan aktif dan mendeteksi suara di sekitar. Jika sensor mendeteksi sinyal suara maka prosesor akan memproses suara tersebut yang kemudian akan menjadi tiga kemungkinan, Kemungkinan tersebut berupa perintah “kiri”, “kanan”, dan “tidak dikenal”. Jika sensor membaca kemungkinan “kiri”, dan “kanan”, maka papan Arduino Nano 33 BLE Sense akan memerintahkan untuk menyalakan LED selama 5 detik. Setelah 5 detik kemudian LED akan padam. Adapun jika sensor mendeteksi “tidak dikenal” maka LED tidak akan menyala/padam.



Gambar 2. Diagram Alir Kerja Alat

2.3. Rangkaian Alat

Rangkaian menggunakan catu daya/ *Power Bank* sebesar 5V sebagai suplai tegangan untuk Arduino Nano 33 BLE Sense yang merupakan komponen yang memproses data berupa suara melalui sensor mikrofon. Kemudian data yang diterima Arduino diolah sesuai dengan program yang telah dibuat sebelumnya dan mengeluarkan tegangan *output* ke lampu LED sesuai dengan perintahnya (kiri atau kanan).



Gambar 3. Rangkaian Alat

Rangkaian alat pada Gambar 3 adalah blok diagram yang terdiri dari baterai, kontrol, sensor dan LED sein kiri dan kanan. Semua bagian akan hidup, saat baterai di aktifkan. Baterai sebagai catu daya di pasang pada kerangka sepeda berdekatan dengan kontrol dan sensor. Output hasil sensor langsung di baca oleh kontrol dan diteruskan ke lampu sein LED kiri atau kanan. LED menyala membutuhkan waktu sebanyak 5 detik setelah mendapat perintah dari kontrol. Gambar 4.a. menunjukkan letak kontrol di pasang dan gambar 4.b. menunjukkan posisi LED sein kiri dan kanan (dibawah kemudi).



(a)

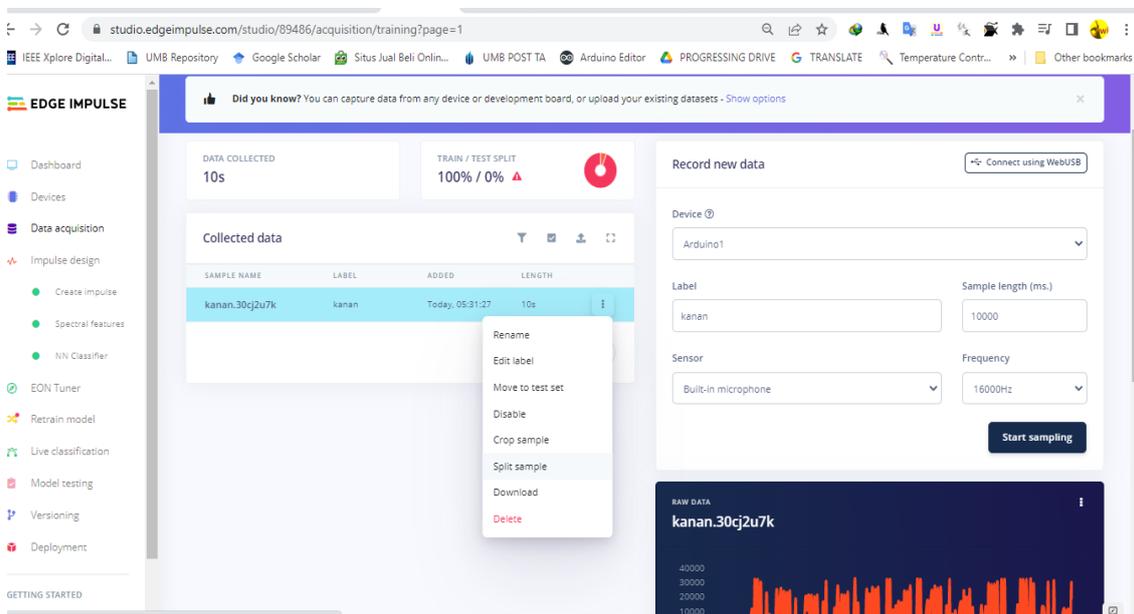
(b)

Gambar 4. (a) Prototipe alat bagian pengendali; (b) Bagian output

2.4. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan lunak untuk sistem kontrol lampu sein ini meliputi pemrograman machine learning menggunakan Edge Impulse, kemudian hasilnya menjadi program dasar berupa library Arduino yang dimodifikasi outputnya berupa LED. Edge Impulse merupakan platform pembuatan model Machine Learning (ML) berjenis *Supervised Machine Learning*. Supervised Machine learning adalah *machine learning* atau pembelajaran mesin yang diberi tugas untuk melakukan fungsi pembelajaran yang memetakan input ke output berdasarkan contoh pasangan input-output.

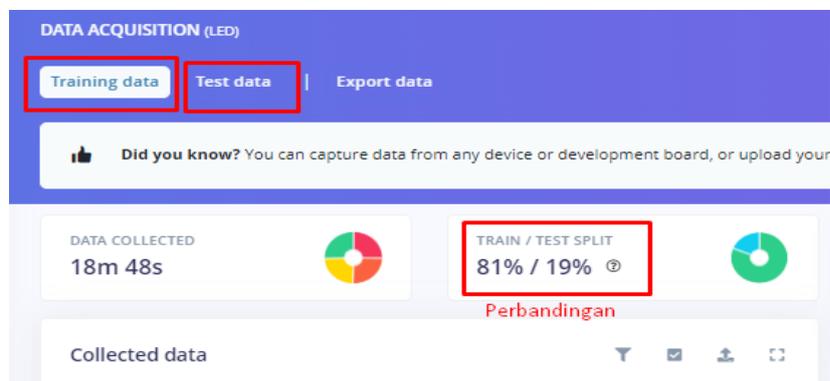
Melakukan pengambilan *dataset*/ sampel dari suara. Dataset merupakan kumpulan data yang terpisah tetapi dapat digunakan untuk melatih suatu algoritma dengan tujuan menemukan pola yang dapat diprediksi di dalam keseluruhan kumpulan data. Dalam pembuatan prototipe lampu sein ini dataset diambil menggunakan papan Arduino Nano BLE 33 Sense yang telah terhubung ke Edge Impulse.



Gambar 5. Proses pengambilan data

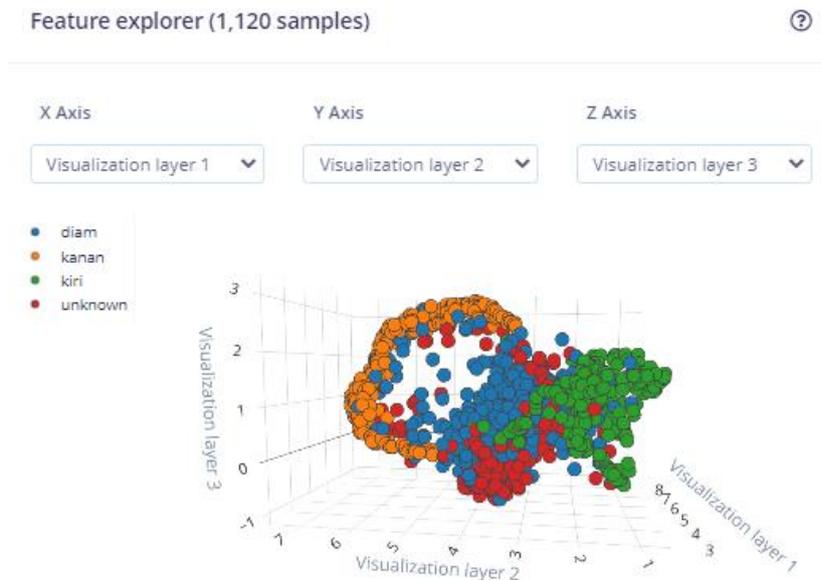
Beri label pada setiap sampel sesuai dengan isi dari sampel suara yaitu: kanan, kiri, diam, dan *unknown*. kanan merupakan label yang berisi ucapan kanan, kiri berupa ucapan kiri, diam berupa suara selain ucapan kata, dapat juga berupa derau/noise, *unknown* berupa ucapan kata selain kanan, kiri, maupun derau seperti pada gambar 5. Ambil setiap sampel dengan durasi 1 detik, dapat juga menggunakan metode *split sample*. Jumlah sampel yang diperlukan dalam lebih dari 50 sample setiap label, lebih banyak lebih karena mendukung variasi data didalam pembelajaran mesin

Gambar 6 adalah tampilan data yang telah dikumpulkan merupakan data training (*training data*). Setelah itu dilakukan validasi terhadap *neural network* yang telah dibuat. Perbandingan jumlah training data dengan test data yang disarankan sebaiknya berbanding 80:20. Sebanyak 81% data yang di training dengan *tes split* sebesar 19%.



Gambar 6. Perbandingan dataset

Dalam supervised learning dibutuhkan data pembelajaran suara agar Arduino dapat melakukan deteksi suara. Oleh karenanya dilakukan akuisisi data yang diunggah ke *Edge Impulse* dan dikelompokkan menjadi tiga label yaitu kanan, kiri dan tidak dikenal. Dibutuhkan sekitar tiga ratusan data suara pada setiap label, dengan setiap data suara berdurasi satu detik. Tahap selanjutnya menentukan desain *impulse*, penyetelan MFCC, dan NN *Classifier*. Ketiga parameter tersebut dapat diatur sesuai kebutuhan. Kemudian selanjutnya dilakukan pelatihan pada model jaringan syaraf seperti pada gambar 7.



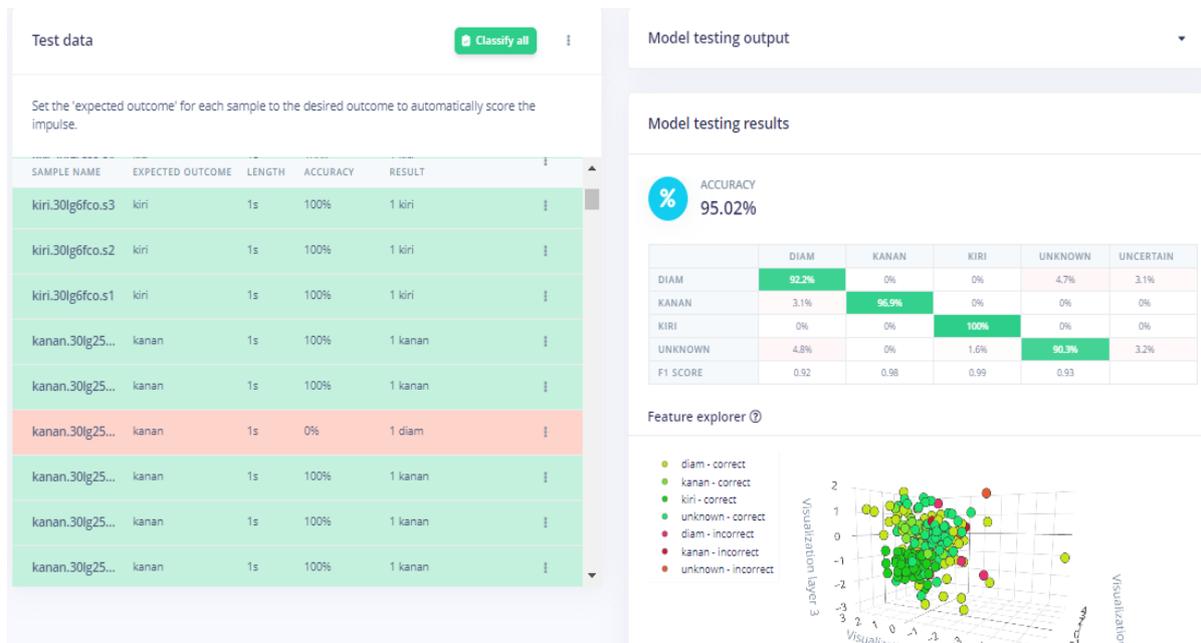
Gambar 7. Visualisasi MFCC

Gambar 8 menunjukkan tampilan menu NN classifier dataset setelah melewati proses pembelajaran yang menghasilkan persentase akurasi serta performa dataset. Pemetaan pengujian keseluruhan data dengan akurasi sebesar 98,2% dapat dilihat pada *full training set*. Titik merah melambangkan pengujian yang *loss* (tidak berhasil).



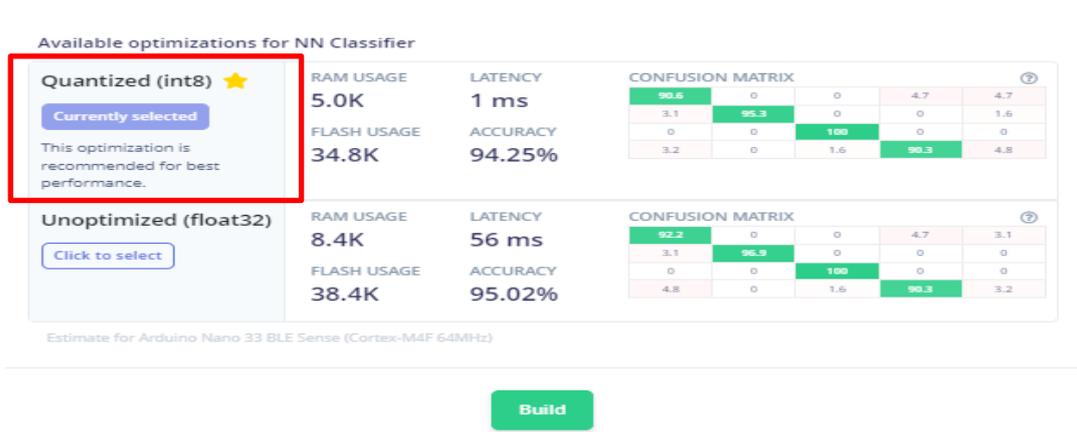
Gambar 8. Performa Dataset

Selanjutnya adalah proses validasi terhadap *test data*. Hasil testing model pada gambar 9 memiliki akurasi rata-rata sebesar 95%. Nilai tersebut didapatkan setelah di lakukan tes pada kondisi diam, mendapatkan nilai akurasi 92,2%. Pada tes uji sein sebelah kiri dengan akurasi sebesar 96,9%, dan kanan dengan nilai akurasi 100%. Pada situasi random, mendapatkan akurasi sebesar 90.3%.



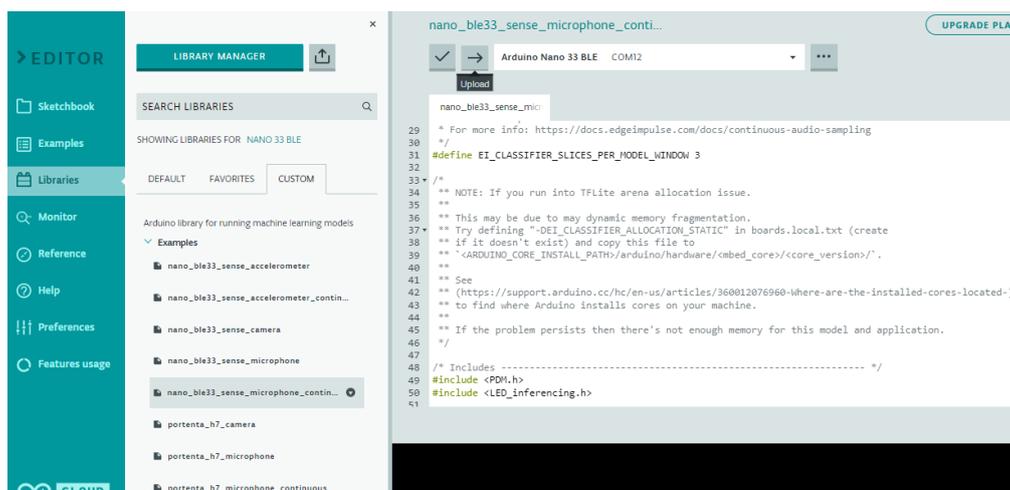
Gambar 9. Model test

Gambar 10 menunjukkan proses kuantisasi. Secara bawaan akan dipilih dan direkomendasikan Quantized (int8) karena menggunakan lebih sedikit penggunaan memori pada Arduino. Klik build pada menu Deployment untuk membuat library yang dibutuhkan untuk pembuatan program Arduino.



Gambar 10. Pembuatan Library Arduino

Proses pengunggahan *library* keluaran dari Edge Impulse dimodifikasi sesuai dengan yang diirencanakan. Hal itu dilakukan dengan menggunakan Arduino Web IDE dengan tujuan mempercepat proses pengunggahan seperti terlihat pada Gambar 11. Setelah proses pembuatan library secara default, selanjutnya di lakukan customisasi sesuai dengan prototipe yang dirancang.



Gambar 11. Arduino Web IDE.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Delay Time Lampu Sein Aktif Saat Diberi Perintah

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan menguji respon output/ lampu sein aktif ketika perintah suara tersebut berhasil. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung selisih waktu inputan perintah dan waktu perintah yang berhasil sebanyak 10 kali. Tabel 1 adalah tabel data pengujian delay lampu sein aktif saat diberi perintah, dan hasilnya sebesar 0.98 detik.

Tabel 1. Delay Time Lampu Sein Aktif.

Percobaan ke-	Perintah	Hasil Ujicoba	Delay Time (s)
1	Kiri	Berhasil	1.11
2	Kiri	Berhasil	0.84
3	Kiri	Berhasil	1.09
4	Kiri	Berhasil	0.84
5	Kiri	Berhasil	1.90
6	Kanan	Berhasil	1.02
7	Kanan	Berhasil	1.03
8	Kanan	Berhasil	0.78
9	Kanan	Berhasil	0.50
10	Kanan	Berhasil	0.76

3.2. Pengujian respon perintah suara pada kebisingan kurang dari 60 dBA

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui keberhasilan perintah terhadap sistem/ program yang berjalan di papan Arduino Nano 33 BLE Sense dalam kondisi kebisingan kurang dari 60 dBA. Dari 10 (sepuluh) percobaan yang dilakukan untuk menguji tingkat keberhasilan dalam pengujian Pengujian respon perintah suara pada kebisingan kurang dari 60 dBA didapatkan sebesar 90 % seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Percobaan dilakukan sebanyak sepuluh kali dan terdapat sembilan kali dengan status berhasil. Sisanya sebanyak satu kali dengan status tidak berhasil karena sensor tidak berhasil mendeteksi suara perintah individu yang disebabkan suara individu kalah dengan suara kebisingan sekitar saat melakukan percobaan.

Tabel 2. Pengujian Keberhasilan Perintah Pada Kebisingan kurang dari 60 dBA

Percobaan ke-	Perintah	Tingkat Kebisingan (dBA)	Hasil Uji Coba
1	Kiri	55	Tidak Berhasil
2	Kiri	52	Berhasil
3	Kiri	53	Berhasil
4	Kiri	52	Berhasil
5	Kiri	58	Berhasil
6	Kanan	53	Berhasil
7	Kanan	58	Berhasil
8	Kanan	55	Berhasil
9	Kanan	54	Berhasil
10	Kanan	57	Berhasil

3.3. Pengujian respon perintah suara pada kebisingan lebih dari 70 dBA

Tabel 3. Pengujian Keberhasilan Perintah Pada Kebisingan >70 dBA

Percobaan ke-	Perintah	Tingkat Kebisingan (dBA)	Hasil Uji Coba
1	Kiri	77	Tidak Berhasil
2	Kiri	78	Berhasil
3	Kiri	77	Berhasil
4	Kiri	76	Tidak Berhasil
5	Kiri	77	Berhasil
6	Kanan	78	Tidak Berhasil
7	Kanan	77	Berhasil
8	Kanan	77	Tidak Berhasil
9	Kanan	77	Berhasil
10	Kanan	78	Tidak Berhasil

Pengujian pada tabel 3 adalah Pengujian respon perintah suara pada kebisingan lebih dari 70 dBA, didapatkan Tingkat keberhasilan sebesar 50 %. Percobaan dilakukan sebanyak sepuluh kali dan terdapat lima kali dengan status berhasil. Sisanya sebanyak lima kali dengan status tidak berhasil karena sensor tidak berhasil mendeteksi suara perintah individu yang lemah (kalah dengan suara kebisingan sekitar saat melakukan percobaan).

3.4. Pengujian respon perintah individu lain di kebisingan kurang dari 60 dBA.

Tabel 4. Pengujian respon perintah individu lain di kebisingan kurang dari 60 dBA

Percobaan ke-	Perintah	Tingkat Kebisingan (dBA)	Hasil Uji Coba
1	Kiri	58	Berhasil
2	Kiri	56	Berhasil
3	Kiri	57	Berhasil
4	Kiri	58	Berhasil
5	Kiri	58	Tidak Berhasil
6	Kanan	58	Berhasil
7	Kanan	59	Tidak Berhasil
8	Kanan	58	Tidak Berhasil
9	Kanan	56	Berhasil
10	Kanan	58	Berhasil

Pengujian pada Tabel 4 adalah pengujian respon perintah individu lain di kebisingan kurang dari 60 dBA, dan didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 70 %. Dari sepuluh kali percobaan, terdapat tujuh kali dengan status berhasil. Sisanya sebanyak tiga kali dengan status tidak berhasil karena sensor tidak berhasil mendeteksi suara perintah yang lemah, sehingga sensor sulit memilah antara suara kebisingan dengan suara perintah individu.

3.5. Pengujian respon perintah individu lain di kebisingan lebih dari 70 dBA.

Tabel 5. Pengujian respon perintah individu lain di kebisingan lebih dari 70 dBA

Percobaan ke-	Perintah	Tingkat Kebisingan (dBA)	Hasil Uji Coba
1	Kiri	72	Berhasil
2	Kiri	71	Tidak Berhasil
3	Kiri	75	Tidak Berhasil
4	Kiri	72	Tidak Berhasil
5	Kiri	71	Berhasil
6	Kanan	73	Tidak Berhasil
7	Kanan	72	Berhasil
8	Kanan	75	Tidak Berhasil
9	Kanan	75	Tidak Berhasil
10	Kanan	78	Tidak Berhasil

Pengujian Tabel 5 dilakukan oleh orang/individu berbeda untuk mengetahui keberhasilan perintah terhadap sistem/program yang berjalan di papan Arduino *Nano 33 BLE Sense* dalam kondisi kebisingan lebih dari 70 dB, dan didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 30%. Dari sepuluh kali percobaan, terdapat tiga kali dengan status berhasil. Sisanya sebanyak tujuh kali dengan status tidak berhasil karena sensor tidak berhasil mendeteksi suara perintah individu dengan suara kebisingan lebih dari 70 db. Untuk itu suara perintah individu harus lebih di kuatkan lagi atau ditambahkan alat penguat suara agar tidak kalah dengan suara kebisingan sekitar.

Dari beberapa pengujian yang dilakukan terhadap sistem lampu sein otomatis menggunakan pengendalian suara ini diperoleh analisa sebagai berikut. Terdapat delay antara input perintah suara dengan output lampu LED sekitar 1 detik. Tingkat persentase rata-rata keberhasilan secara keseluruhan mencapai 60% (sedang). Tingkat persentase rata-rata keberhasilan menyeluruh berdasarkan tingkat kebisingan rendah (< 60 dBA) mencapai 80% (baik). Sedangkan tingkat persentase rata-rata di tingkat yang lebih tinggi (>70 dBA) mencapai 40% (buruk). Secara garis besar hasil uji dari alat ini menunjukkan bahwa alat ini dapat bekerja dengan baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian maka rata-rata *delay time* lampu sein aktif saat diberi perintah mencapai 0.988 detik, persentase keberhasilan respon perintah suara pada kebisingan kurang dari 60 dBA mencapai 80 %, persentase keberhasilan respon perintah suara pada kebisingan lebih dari 70 dBA adalah 50%, persentase keberhasilan perintah suara individu yang berbeda pada kebisingan kurang dari 60 dBA adalah 70% dan persentase keberhasilan perintah suara individu yang berbeda pada kebisingan lebih dari 70 dBA mencapai 30%. Penurunan hasil pengujian pada tingkat kebisingan lebih tinggi diakibatkan oleh besarnya gangguan atau derau pada saat papan Arduino menerima suara serta disebabkan pengambilan dataset dilakukan didalam ruangan kurang dari 60 dBA. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik, pada kondisi bisung maupun setengah bisung.

Referensi

- [1] D. Golberg, "Machine learning and its applications." Springer Berlin, 1989.
- [2] T. Giannakopoulos, "pyaudioanalysis: An open-source python library for audio signal analysis," *PLoS One*, vol. 10, no. 12, p. e0144610, 2015.
- [3] S. Hymel *et al.*, "Edge Impulse: An MLOps Platform for Tiny Machine Learning," *arXiv preprint arXiv:2212.03332*, 2022.
- [4] H. Wibowo, S. Sabrina, and S. Srianto, "PURWARUPA HAZARD PINTAR PADA KENDARAAN MPV," *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*, vol. 4, no. 2, 2023.

- [5] A. R. Subekti and D. E. Yuliana, "Sistem Penyalan Lampu Sein Otomatis Sepeda Motor Menggunakan Sensor Kecepatan Dan Keseimbangan," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, vol. 8, no. 2, pp. 60–72, 2021.
- [6] U. Sutisna, R. N. Cahyono, and S. Nurhadiyono, "Penerapan Logika Fuzzy Berbasis Arduino Uno R3 Pada Penetral Lampu Sein Sepeda Motor Otomatis," *Iteks*, vol. 12, no. 2, pp. 60–68, 2021.
- [7] L. M. Silalahi, D. Jatikusumo, S. Budiyanto, F. A. Silaban, I. U. V. Simanjuntak, and A. D. Rochendi, "Internet of things implementation and analysis of fuzzy Tsukamoto in prototype irrigation of rice," *Int. J. Electr. Comput. Eng*, vol. 12, no. 6, pp. 6022–6033, 2022.
- [8] K. Kusnaidy, D. Saripurna, H. Hafizah, and I. Santoso, "Pemadaman Lampu Sein Otomatis Pada Sepeda Motor Berbasis Arduino Uno Dengan Teknik Counter," *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 6, pp. 269–277, 2022.
- [9] Y. V. Via, B. Rahmat, and R. G. Saputra, "Implementasi Berbasis Arduino Uno R3 Untuk Prototipe Lampu Sein Otomatis Pada Kendaraan," in *Prosiding Seminar Nasional SANTIKA Ke-1 2019*, 2019, pp. 233–237.
- [10] Y. B. Praharto and C. Wicaksana, "Perancangan Alat Penetral Lampu Sein Sepeda Motor Otomatis Berbasis ARDUINO R3," *Iteks*, vol. 8, no. 1, 2016.
- [11] I. Saputra, P. Silalahi, B. Cahyawan, and I. Akbar, "Lampu Sein Helm Sepeda Berbasis Voice Recognition," *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 11, no. 01, pp. 20–25, 2019, doi: 10.33504/manutech.v11i01.96.
- [12] Y. V. Via, B. Rahmat, and R. G. Saputra, "Implementasi Berbasis Arduino Uno R3 Untuk Prototipe Lampu Sein Otomatis Pada Kendaraan," *Seminar Santika*, no. September, pp. 1–5, 2019.
- [13] F. A. Pallas, G. E. Setyawan, and B. H. Prasetio, "Sistem Kendali Navigasi Quadcopter Menggunakan Suara Melalui Smartphone dan Arduino dengan Metode Text Processing," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 732–738, 2018.
- [14] E. Y. Prananda, D. Triyanto, and Suhardi, "Rancang Bangun Sistem Kendali Lampu Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino Dengan Aplikasi Pemantauan Pada Smartphone Android," *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, vol. Vol.5 No., no. 2, pp. 25–35, 2017.
- [15] M. Azmi, D. S. Putra, W. Purwanto, T. Sugiarto, and D. Fernandez, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mengendalikan Lampu Sein Sepeda Motor," *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 19, no. 2, pp. 75–82, 2019.
- [16] I. Dwisaputra, P. Silalahi, B. Cahyawan, and I. Akbar, "Lampu sein helm sepeda berbasis voice recognition," *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 11, no. 01, pp. 20–25, 2019.