

# Perancangan Dan Implementasi Alat Pendeteksi Kebisingan Kendaraan Bermotor Berbasis *Internet Of Things* Dengan Menggunakan Sensor KY-037 Dan Sensor MAX4466

## *The Design And Implementation Of Motor Vehicle Noise Detection Equipment Based On Internet Of Things Using KY-037 And MAX4466 Sensor*

1<sup>st</sup> Banyu Sismala Dewa  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

dewabanyu@student.telkomuniversity.ac.i

d

2<sup>nd</sup> Iman Hedi Santoso  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

imanhedis@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Fardan  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

fardan@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**—Indonesia adalah negara dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang cukup pesat dan berpengaruh terhadap kepadatan lalu lintas. Banyak ditemukan pengguna knalpot bising yang mengganggu berbagai sektor. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibuat alat yang mampu mendeteksi para pelanggar. Alat ini juga dibuat untuk menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman dengan memanfaatkan teknologi *IoT*. Ada dua sensor yang digunakan yaitu KY – 037 dan MAX4466 untuk menangkap sumber suara. Adapun komponen lainnya yaitu *LCD*, *Arduino Nano* dan *ESP32 – CAM* sebagai pengendali. Alat ini pun diharapkan dapat membantu Dishub untuk mengawasi pengendara bermotor. Penelitian dimulai dengan tahap perancangan sistem yang dilanjutkan dengan uji coba alat. Sensor suara MAX4466 memiliki nilai lebih baik dibandingkan dengan KY – 037, ini menunjukkan kualitas sensor berpengaruh pada ketepatan hasil. Pada pengujian performa alat didapat hasil yang baik karena seluruh komponen dapat terhubung satu sama lain. Pada pengukuran *QoS* untuk mengirim data dari alat menuju ke *database*, didapat nilai rata – rata *throughput* sebesar 19.500 bps atau 19,5 Kbps lalu nilai rata – rata *delay* sebesar 212,465 ms atau 0,2125 second dan nilai rata – rata *packet loss* sebesar 0%. Dari

beberapa pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa alat pendeteksi kebisingan ini dapat bekerja dengan baik sesuai rancangan awal dan pengiriman data menuju *firebase* berhasil.

**Kata Kunci** — suara, kebisingan suara, *IoT*, KY-037, MAX4466, *arduino nano*, *ESP32 – CAM*.

**Abstract**—Indonesia is a country with fairly rapid population growth rate and affects traffic density. A lot of noisy exhaust users disturb various sectors. To overcome this problem, a tool is made to detect violators. This tool also made to create a safe and comfortable environment by utilizing *IoT* technology. There are two sensors used, namely KY – 037 and MAX4466 to capture sound source. The other components are *LCD*, *Arduino Nano* and *ESP32 – CAM* as controllers. This tool also expected to help Department of Transportation to monitor motorists. This research begins with system design stage, followed by testing the tools. The MAX4466 sound sensor has a better value than KY – 037, this shows that quality of sensor affects the accuracy of results. In testing performance, good results were obtained because all components can connected to each other. In *QoS* measurement to send data from device to *database*, got an average *throughput* of 19,500 bps or 19.5 Kbps then the average *delay* is 212.465 ms or 0.2125 second and

*the average of packet loss is 0%. From some of the tests, it can be concluded that the tool can work well according to the design and data transmission to firebase is successful.*

**Keywords** — *sound, noise, IoT, KY-037, MAX4466, arduino nano, ESP32 – CAM.*

## I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara berkembang dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang cukup pesat. Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwa hasil Sensus Penduduk 2020 (SP2020) penduduk Indonesia pada bulan September tahun 2020 mencatat sebesar 270,20 juta jiwa, bertambah 32,56 juta jiwa dibanding hasil sensus penduduk ditahun 2010 [1]. Kenaikan jumlah penduduk berpengaruh terhadap kepadatan lalu lintas di kota – kota besar. Seringkali ditemukan para pengguna kendaraan bermotor yang melanggar tata tertib lalu lintas seperti menggunakan knalpot bising. Pada tahun 2020 berdasarkan data yang diambil dari data vertikal Kepolisian Republik Indonesia Daerah untuk jumlah pelanggaran yaitu sebanyak 74.819 kasus dan jumlah kecelakaan sebanyak 4.559 kasus. Sedangkan pada tahun 2021 untuk jumlah pelanggaran yaitu 10.196 kasus dan untuk kecelakaan sebanyak 2.147 kasus. Menurut Polrestabes Bandung pada tahun 2016 ditemukan 5027 kasus pelanggaran kendaran bermotor yang menggunakan knalpot bising. Pada tahun 2017 kasus pelanggaran naik menjadi 5803 kasus dan terus bertambah setiap tahunnya[2]. Padahal, aturan mengenai batas toleransi suara kendaraan bermotor sudah tertera pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor 7 Tahun 2009. Dalam aturan tersebut, sepeda motor dengan kapasitas mesin 80 *cubical centimeter* (cc) memiliki batas kebisingan 77 desibel (dB), untuk kapasitas mesin 80 – 175 cc batas kebisingannya yaitu 80 dB, untuk kapasitas mesin di atas 175 cc batas kebisingannya 83 dB dan untuk kendaraan mobil penumpang maksimal 9 orang memiliki batas kebisingan 77 dB [3].

Kebisingan akibat knalpot ternyata mengganggu berbagai sektor. Tingkat kebisingan rata rata di SMAN 6 Bandung lebih tinggi dari ambang batas kebisingan yang diperbolehkan untuk lingkungan pendidikan sebesar 55 dB. Proses pembelajaran di kelas yang memiliki jarak yang lebih jauh dari jalan raya dengan selisih sekitar 10 meter lebih baik daripada proses pembelajaran kelas di kelas yang lebih dekat dari jalan raya. Konsentrasi siswa di kelas yang memiliki tingkat kebisingan lebih rendah juga lebih baik daripada konsentrasi siswa di kelas yang memiliki tingkat kebisingan lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum konsentrasi belajar siswa dipengaruhi oleh tingkat kebisingan kelas tempat siswa belajar [4]. Pada sektor lain dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh kebisingan lalu lintas terhadap penurunan fungsi pendengaran Sukarelawan Pengatur Lalu Lintas di Kota Surakarta yang mendapat

simpulan bahwa sebanyak 41 responden dari rata-rata 47 responden mengalami penurunan fungsi pendengaran [5]. Tingkat kebisingan rata-rata di kawasan Kantor Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Sulawesi Tenggara pun telah melewati standar baku mutu kebisingan untuk kawasan perkantoran dengan lebih dari 50% pegawai menyatakan terganggu, sehingga dapat disimpulkan bahwa kebisingan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat ketergangguan pegawai Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Sulawesi Tenggara[6].

Untuk mengatasi masalah tersebut, dapat digunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengontrol alat dari jarak jauh. IoT tentang pemasangan sensor *Radio Frequency Identification* (RFID), *Global Positioning System* (GPS), pemindai laser, dan lain – lain kemudian akan dihubungkan ke internet melalui protokol khusus untuk pertukaran informasi dan komunikasi untuk mencapai pengenalan, lokasi, pelacakan, pemantauan dan pengelolaan [7]. Pada penelitian sebelumnya [8], proses *input* dari *microphone* diubah oleh suatu rangkaian elektronik dan kemudian dikonversikan oleh *Analog to Digital Converter* (ADC) menjadi beberapa level suara yang kemudian ditampilkan ke layar *Liquid Crystal Display* (LCD).

Pada penelitian tugas akhir ini, dibuat suatu alat yang mampu mendeteksi pengguna jalan khususnya pengendara bermotor yang melanggar batas kecepatan maksimum dan kendaraan berknalpot bising untuk menciptakan lingkungan jalan raya yang aman dan nyaman dengan memanfaatkan konsep teknologi IoT. Alat ini nantinya akan mendeteksi nilai dari kecepatan dan kebisingan kendaraan yang melanggar, lalu akan menangkap gambar kendaraan tersebut. Nantinya alat ini akan mengirimkan hasil kecepatan dan kebisingan beserta gambar kendaraan yang melanggar ke *database* yang sudah disediakan dan akan diteruskan ke *website* untuk memonitor data lalu mengirimkan pesan *broadcast* ke telegram, diharapkan dapat membantu Dinas Perhubungan (Dishub) untuk mengawasi pengendara bermotor. Pada penelitian ini terbagi 3 tahap perancangan, yaitu perancangan alat pendeteksi kecepatan kendaraan, perancangan pendeteksi kebisingan knalpot dan perancangan *web server*. Perbedaan pada penelitian sebelumnya adalah penggunaan dua sensor suara yang berbeda yang nantinya akan mendeteksi kebisingan dan jika melebihi batas yang telah ditentukan, kamera yang terpasang pada ESP32 – CAM akan menangkap objek berupa kendaraan bermotor roda dua. Peneliti akan lebih berfokus pada pembuatan untuk pendeteksi kebisingan knalpot kendaraan bermotor. Alat ini akan diletakan dipinggir jalan serta dilengkapi dengan sensor suara KY – 037 , sensor suara MAX4466, *Liquid Crystal Display* (LCD) dan mikrokontroler dijadikan sebagai pengendali alat tersebut.

## II. KAJIAN TEORI

### A. *Internet of Things*

Perkembangan teknologi sekarang ini berkembang

dengan cepat dan media *Internet of Things* (IoT) sebagai pendamping yang akan selalu ada di semua alat yang terhubung satu sama lain, dengan IoT di harapkan akan menyelesaikan permasalahan yang ada dalam aktifitas sehari – hari. IoT dapat membantu mengelola kota mulai dari logistik, lalu lintas, energi hingga aliran material [9].

IoT adalah sebuah konsep dengan objek tertentu yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan wifi, maka proses tersebut tidak memerlukan interaksi dari manusia ke manusia atau manusia ke komputer [10].

Konsep IoT mencakup 3 elemen utama yaitu: benda fisik atau nyata yang telah diintegrasikan pada modul sensor, koneksi atau jaringan internet, dan pusat data pada server untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi. Penggunaan benda yang terkoneksi ke internet akan menghimpun data yang kemudian terkumpul menjadi *big data* untuk kemudian diolah, dianalisis oleh instansi pemerintah, perusahaan terkait, maupun instansi lain kemudian di manfaatkan bagi kepentingan masing-masing [8].

#### B. Suara

Suara adalah fenomena yang terjadi akibat getaran suatu benda atau sesuatu yang menghasilkan gelombang bunyi, suara dapat merambat melalui media atau zat perantara berupa zat cair, padat, gas atau udara. Namun suara atau bunyi tidak dapat merambat pada media ruang hampa. Manusia memiliki ambang batas pendengaran yaitu frekuensi 20 – 2000 Hz dan intensitas suara hingga 80 dB [13].

#### C. Knalpot

Knalpot adalah salah satu bagian dari kendaraan atau alat yang dipasang dengan bertujuan untuk saluran gas pembuangan. Setiap mesin pembakaran yang terdapat dalam kendaraan mengeluarkan sisa hasil pembakaran yang perlu dikeluarkan melalui knalpot. Oleh karena itu knalpot selalu diletakkan dibagian belakang kendaraan.

#### D. Sensor Suara KY-037

Sensor suara KY-037 merupakan sensor yang berfungsi mengubah besaran suara menjadi besaran listrik. Sensor suara bekerja berdasarkan besar atau kecilnya kekuatan gelombang suara yang mengenai membran sensor yang menyebabkan membran naik dan turun [14]. Bentuk sensor suara KY-037 dapat dilihat pada Gambar 2.2 [15].

#### E. Sensor Suara MAX4466

Sensor suara MAX4466 berfungsi untuk mengubah besaran suara menjadi besaran listrik. Prinsip kerja dari sensor tersebut memiliki output berupa nilai analog yang berdasarkan tingkat kekerasan suara, sensor suara ini memiliki catu daya sebesar 3,3 sampai 5 VDC. Sensor ini memiliki output data berupa tegangan analog sehingga dapat dengan mudah terhubung ke ADC ataupun mikrokontroler yang memiliki internal ADC [16].

#### F. *Liquid Crystal Display*

*Liquid Crystal Display* atau LCD digunakan untuk menampilkan nilai desibel yang dihasilkan oleh alat. LCD yang digunakan adalah LCD 16 x 2.

#### G. Arduino Nano

Pada tugas akhir ini menggunakan mikrokontroler Arduino Nano V3 yang berfungsi untuk mengolah data berupa suara yang ditangkap oleh kedua sensor. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catu daya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini port USB [19].

#### H. ESP32 – CAM

Selain Arduino Nano mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32 – CAM, ESP32 – CAM merupakan sebuah mikrokontroler berdimensi 40.5 mm x 27 mm x 4.5 mm, ESP32 – CAM sudah terintegrasi modul WiFi 802.11 b/g/n/e/i dan Bluetooth 4.2BR/EDR + BLE. Pada mikrokontroler ini terdapat kamera OV2640 dengan sensor kamera 2MP dan memiliki soket kartu *MicroSD*[21]

#### I. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino IDE merupakan aplikasi yang ditulis dengan menggunakan bahasa Java, Arduino IDE terdiri dari editor program, window yang memungkinkan pengguna membuat dan mengedit program dalam bahasa *Processing*. *Compiler* pada arduino adalah sebuah modul yang mengubah kode program bahasa *Processing* menjadi kode biner, yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer [23].

#### J. Quality of Service

*Quality of Service* (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baiknya kualitas sebuah jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik serta sifat pada satu servis. Pada penelitian tugas akhir ini ada dua parameter yang diambil yaitu *delay* dan *throughput*.

##### 1. *Delay*

*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan dalam proses pengiriman data dari asal ke tujuan, hal – hal yang mempengaruhi *delay* diantaranya adalah jarak, media fisik, kongesti atau waktu proses yang lama.

##### 2. *Throughput*

*Throughput* merupakan pengukuran terhadap kecepatan transfer data efektif yang diukur dalam bit per *second* (bps), *throughput* juga merupakan jumlah total kedatangan suatu paket yang sukses diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

### 3. Packet Loss

*Packet Loss* merupakan suatu kondisi yang menunjukkan bahwa jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan.

Dalam menentukan kualitas jaringan mengacu pada standarisasi ITU – T G.1010, yang dipakai adalah *application still image* karena pada alat pendeteksi kebisingan terdapat pengiriman data dan gambar.

#### 1. Wireshark

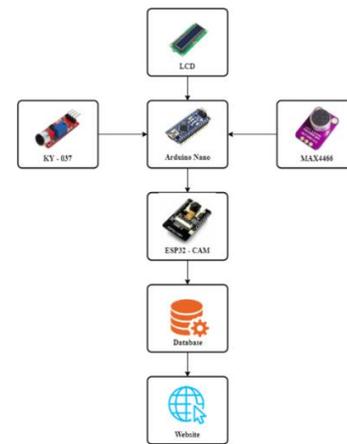
Wireshark merupakan salah satu *network analysis tool* atau disebut juga dengan *protocol analysis tool* atau *packet sniffer*. Wireshark dikenal dengan nama *ethereal*. Wireshark memungkinkan pengguna mengamati data dari jaringan yang sedang beroperasi atau dari data yang ada di disk dan langsung melihat dan mensortir yang tertangkap informasi singkat dan detail bagi masing – masing paket, termasuk *full header* dan porsi data bisa diperoleh. Wireshark mempunyai beberapa fitur termasuk *display filter language* yang kaya dan kemampuan untuk merekonstruksi kembali sebuah aliran pada sesi *Transmission Control Protocol (TCP)* [24].

#### 2. Firebase

Firebase adalah penyedia layanan cloud dengan back-end sebagai servis yang berbasis di San Fransisco, California. Firebase membuat sejumlah produk untuk pengembangan aplikasi Mobile ataupun web. Firebase didirikan oleh Andrew Lee dan James Tamplin pada tahun 2011 dan diluncurkan dengan cloud database secara realtime di tahun 2012. Firebase mempunyai library (pustaka) yang lengkap untuk sebagian besar platform *web* dan *mobile* dan dapat digabungkan dengan berbagai *framework* lain seperti *node*, *java*, *javascript*, dan lain – lain. *Application Programming Interface (API)* untuk menyimpan dan mensinkronisasikan data yang akan disimpan sebagai *bit* dalam bentuk JSON (JavaScript Object Notation) pada *cloud* dan akan disinkronisasi secara *realtime* [25].

## III. METODE

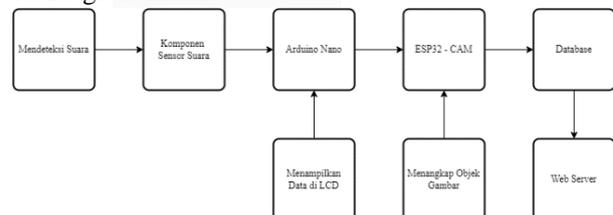
### A. Desain Sistem



GAMBAR 3.1  
DESAIN SISTEM

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat desain sistem sederhana dari alat pendeteksi kebisingan knalpot berbasis IoT. Pada tugas akhir ini akan melakukan perancangan dan merealisasikan sebuah alat yang membantu pihak dishub yaitu membuat alat yang berfungsi untuk mendeteksi kebisingan knalpot kendaraan bermotor, perancangan alat ini menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan komponen – komponen lain seperti dua sensor suara dan LCD. Pengambilan data akan menggunakan dua sensor suara yang bertujuan untuk membandingkan nilai desibel dari setiap sensor yang digunakan dan mencari nilai yang sesuai.

### B. Diagram Block

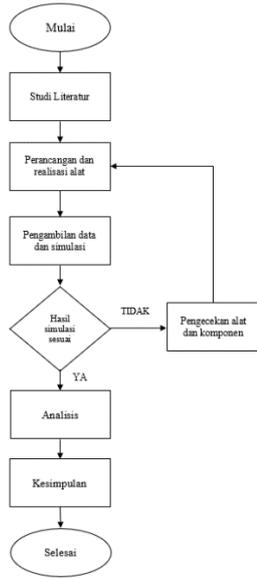


GAMBAR 3.2  
DIAGRAM BLOCK

Pada Gambar 3.2 Perancangan diagram block ini berfungsi untuk mengetahui tahapan untuk melakukan pengukuran terhadap nilai desibel knalpot kendaraan, mikrokontroler yang dipakai ada dua jenis yaitu Arduino Nano dan ESP32 – CAM. Arduino Nano berfungsi untuk menampung keseluruhan port pin yang dibutuhkan oleh masing – masing komponen dan sensor, dan pada ESP32 – CAM terdapat modul kamera OV2640 yang berfungsi untuk menangkap objek gambar berupa kendaraan dan mengirim data yang telah diproses pada arduino menuju *database*. Arduino Nano terhubung dengan dua buah sensor suara, yaitu sensor KY – 037 dan sensor MAX4466. Kemudian pada arduino nano juga terhubung LCD untuk bisa menampilkan nilai desibel yang sudah diproses, data yang sudah diproses nantinya akan dikirim ke *database* dan bisa dimunculkan

pada *website*.

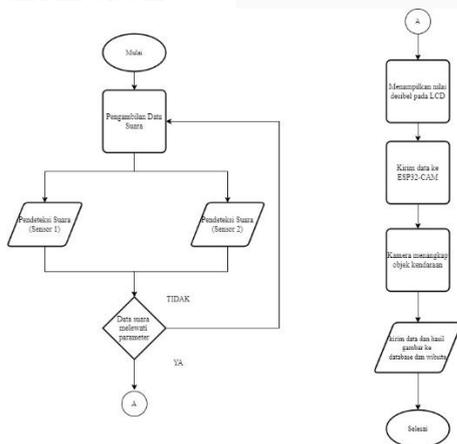
C. Diagram Alir Penelitian



GAMBAR 3.3  
DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Pada Gambar 3.3 menjelaskan proses perancangan alat pendeteksi kebisingan knalpot kendaraan bermotor, untuk merealisasikan alat ini pertama tentunya melakukan pencarian materi terkait pembuatan alat, setelah itu mulai dengan perancang dan pengambilan data. Pengambilan data atau simulasi dilakukan dengan cara pengecekan kendaraan bermotor dengan kondisi berjalan yang memakai knalpot bising. Jika hasil telah sesuai akan dilanjut ke tahap analisis dan kesimpulan.

D. Diagram Alir Sistem



GAMBAR 3.4  
DIAGRAM ALIR SISTEM

Pada Gambar 3.4 merupakan diagram alir sistem yang bertujuan untuk menjelaskan tentang cara kerja dari alat pendeteksian kebisingan knalpot kendaraan bermotor, perlu diketahui dalam alat ini menggunakan dua sensor suara yang berbeda. Kedua sensor tersebut sudah diprogram dan diberikan nilai ambang batas kebisingan sesuai dengan

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 07 tahun 2009.

Alat ini akan bekerja pada saat kendaraan bermotor yang memiliki tingkat suara yang melewati ambang batas yang sudah ditentukan, pada alat ini nantinya akan memiliki dua keluaran nilai desibel dari kedua sensor yang akan dibandingkan kualitasnya dan hasil nilai desibel yang sudah melewati ambang batas akan ditampilkan pada LCD. Apabila tingkat kebisingan suara rendah atau nilai desibelnya tidak melewati ambang batas maka tidak akan tersimpan pada *database*.

Hasil nilai desibel dari kedua sensor yang melewati ambang batas nantinya akan dikirim oleh Arduino Nano dan memberikan perintah kepada ESP32 – CAM untuk melakukan penangkapan objek gambar, lalu kedua nilai desibel dan gambar tersebut nantinya akan dikirim ke *database* dan ditampilkan pada *website* yang sudah disediakan.

E. Komponen Perangkat Keras

Adapun perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah:

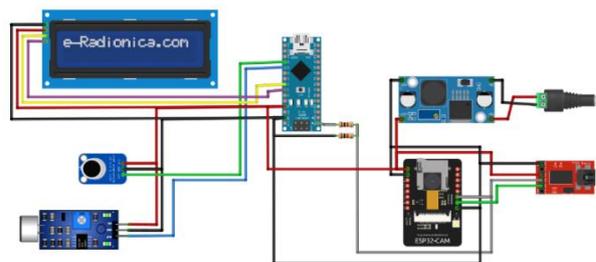
1. 1 buah ESP32 – CAM.
2. 1 buah Arduino Nano
3. 1 buah sensor KY – 037.
4. 1 buah sensor MAX4466.
5. 1 buah LCD 16 cm x 2 cm.
6. 1 buah LM 2596.
7. 1 buah FT232RL (USB to TTL).
8. 1 buah Switch Saklar.
9. 2 buah Resistor.
10. 1 buah Printed Circuit Board (PCB).
11. 1 buah Adaptor *power supply*.

F. Komponen Perangkat Lunak

Adapun perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Arduino IDE berfungsi untuk *Operatting System* dari ESP32 – CAM dan Arduino Nano.
2. Wireshark perangkat lunak berfungsi untuk menguji dan menganalisis jaringan dari sistem.
3. Firebase berfungsi sebagai data base yang digunakan untuk mengirim semua data yang telah diambil.

G. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 3.5  
DESAIN PERANGKAT KERAS

Pada Gambar 3.5 menunjukkan desain perangkat keras yang akan dirancang, desain perangkat keras ini dibuat sebagai gambaran dalam merealisasikan alat dengan menghubungkan komponen – komponen yaitu: Adaptor *power supply*, LM 2596, Arduino Nano, ESP32 – CAM, FT232RL, LCD 16 cm x 2 cm, sensor suara KY – 037 dan sensor suara MAX4466. Setelah semua komponen terhubung lalu akan hubungkan ke WiFi.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui fungsi dari perangkat – perangkat keras yang terpasang, diawali dengan melakukan kalibrasi terhadap kedua sensor yang terpasang yaitu sensor suara KY-037 dan MAX4466 dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM). Kalibrasi merupakan kegiatan menetapkan nilai kebenaran dan meninjau akurasi suatu alat dengan menggunakan standar yang telah ditentukan. Berikut hasil pengujian tiap perangkat ditunjukkan pada Tabel 4.1:

TABEL 4.1  
PENGUJIAN PERANGKAT PADA ALAT

Parameter Keberhasilan	Skenario Pengujian	Keterangan
Mendeteksi suara kebisingan knalpot motor	Sensor KY-037 dan sensor MAX4466 mampu mengidentifikasi suara kebisingan pada kendaraan	Berhasil
Melakukan pengolahan data	Arduino nano sebagai mikrokontroler yang bertujuan untuk melakukan pengolahan data dari kedua sensor yang terpasang	Berhasil
Menampilkan informasi berupa nilai desibel	Layar LCD 16 x 2 yang terpasang pada arduino nano dapat menampilkan nilai desibel	Berhasil
Kamera menangkap objek kendaraan	Hasil pengolahan data pada arduino nano akan dikirim ke ESP – 32 CAM, lalu ESP32 – CAM akan melakukan pemotretan objek kendaraan	Berhasil
Mengirim ke <i>database</i>	Setelah penangkapan gambar oleh ESP – 32	Berhasil

	CAM, lalu mengirimkan data dan gambar ke <i>database</i>	
--	--	--

##### 1. Pengujian Sensor KY – 037

Pengujian ini bertujuan untuk mencari nilai yang akurat atau mendekati alat *Sound Decibel Meter* (SLM), diawali dengan tahapan kalibrasi yaitu mengolah gelombang suara menjadi nilai analog atau tegangan analog, kemudian data dikirimkan dari modul sensor ke arduino yang melawati *pin out Analog to Digital Converter* (ADC), setelah itu data tersebut akan diproses untuk didapatkan nilai rata – rata analog. Selanjutnya, data tersebut akan dikalkulasikan untuk mendapatkan nilai desibel, kemudian dikalibrasi dengan menggunakan metode penjumlahan pada program agar sesuai dengan nilai *Sound Level Meter* (SLM). Berikut hasil pengukuran tingkat kebisingan menggunakan Sensor KY – 037 dengan *Sound Decibel Meter* (SLM) ditunjukkan pada Tabel 4.2:

TABEL 4.2  
PENGUJIAN SENSOR KY - 037

NO	Pengujian	Sensor Suara KY-037 (dB)	Alat SLM (dB)
1	1	73	74
2	2	72	71
3	3	74	71
4	4	79	81
5	5	73	75
6	6	93	91
7	7	73	79
8	8	74	79

Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian sensor KY - 037 dengan menggunakan suara knalpot bising, skenario pengujian ini yaitu dengan mendekati sensor suara KY – 037 ke knalpot dengan jarak 50 cm, motor berknalpot bising tersebut ber kondisi diam. Setelah itu mengamati perubahan nilai desibel pada sensor dengan alat SLM sebagai acuan nilai desibel yang benar.

##### 2. Pengujian Sensor MAX4466

Pengujian ini bertujuan untuk mencari nilai yang akurat atau mendekati alat *Sound Decibel Meter* (SLM), diawali dengan tahapan kalibrasi yaitu mengolah gelombang suara menjadi nilai analog atau tegangan analog, kemudian data dikirimkan dari modul sensor ke arduino yang melawati *pin out Analog to Digital Converter* (ADC), setelah itu data

tersebut akan diproses untuk didapatkan nilai rata – rata analog. Selanjutnya, data tersebut akan dikalkulasikan untuk mendapatkan nilai desibel, kemudian dikalibrasi dengan menggunakan metode pengurangan pada program agar sesuai dengan nilai *Sound Level Meter* (SLM). Berikut hasil pengukuran tingkat kebisingan menggunakan Sensor MAX4466 dengan *Sound Decibel Meter* (SLM) ditunjukkan pada Tabel 4.3:

TABEL 4.3  
PENGUJIAN SENSOR MAX4466

NO	Pengujian	Sensor Suara MAX4466 (dB)	Alat SLM (dB)
1	1	66	68
2	2	62	63
3	3	70	73
4	4	73	72
5	5	71	70
6	6	70	74
7	7	66	68
8	8	71	71

Pada Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian sensor MAX4466 dengan menggunakan suara knalpot bising, skenario pengujian ini yaitu dengan mendekati sensor suara MAX4466 ke knalpot dengan jarak 50 cm, motor berknalpot bising tersebut berkondisi diam. Setelah itu mengamati perubahan nilai desibel pada sensor dengan alat SLM sebagai acuan nilai desibel yang benar.

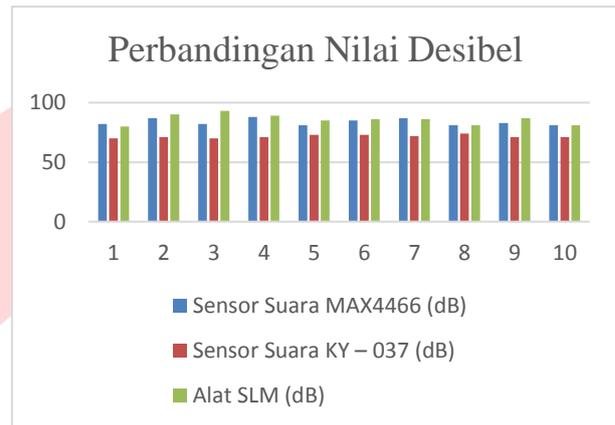
B. Perbandingan Hasil Data

Dalam proses melakukan perbandingan antara hasil data yang telah ditangkap oleh kedua sensor suara yaitu sensor KY – 037 dengan sensor suara MAX4466, pada proses ini mencari nilai desibel yang paling mendekati dengan alat standar pengukuran kebisingan suara yaitu SLM. Pada Tabel 4.4 berikut adalah hasil nilai perbandingan data sensor :

TABEL 4.4  
HASIL PERBANDINGAN DATA SENSOR

Pengujian	Sensor Suara MAX4466 (dB)	Sensor Suara KY – 037 (dB)	Alat SLM (dB)
1	82	70	80
2	87	71	90
3	82	70	93
4	88	71	89

5	81	73	85
6	85	73	86
7	87	72	86
8	81	74	81
9	83	71	87
10	81	71	81



GAMBAR 4.1  
GRAFIK PERBANDINGAN NILAI DESIBEL

Pada Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian dari kedua sensor, pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan alat di pinggir jalan pemukiman SMA Negeri 11 Jalan Kembar Baru No.23, Cigereleng, Kecamatan Regol, Kota Bandung, Jawa Barat. Jarak alat dengan kendaraan yaitu 1 meter serta kendaraan yang akan diteliti dalam posisi berjalan, pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di dapatkan nilai akurasi dari kedua sensor yaitu, pada sensor MAX4466 mendapatkan nilai akurasi sebesar 97,7% dan pada sensor KY – 037 mendapatkan nilai akurasi sebesar 83,6%. Dari hasil perhitungan akurasi tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor MAX4466 lebih akurat karena nilai desibel yang didapatkan hampir sama dengan alat ukur *Sound Level Meter* atau SLM, sedangkan pada sensor KY – 037 tidak begitu akurat dikarenakan nilai desibel yang didapatkan masih begitu jauh dengan alat ukur SLM. Jadi dalam penggunaan sensor dalam penelitian ini lebih efektif menggunakan sensor MAX4466 berdasarkan hasil penelitian dan nilai akurasi yang sudah didapatkan.

C. Pengujian Quality of Service

*Quality of Service* atau QoS ini bertujuan untuk mengetahui kualitas jaringan pada proses pengiriman data dari alat menuju *database*. Pengujian Qos pada penelitian tugas akhir ini akan menggunakan Wireshark, lalu akan menganalisis kualitas jaringan dalam pengiriman data dari ESP32 – CAM menuju Firebase sebagai *web database* yang

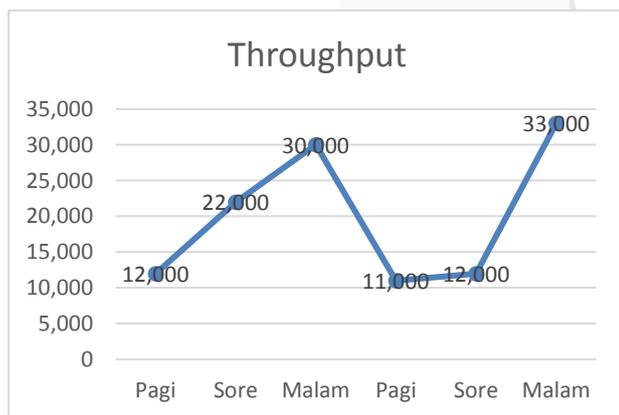
digunakan. Cara pengujian dengan cara laptop connect pada Wi-Fi kemudian mengaktifkan *mobile hotspot* untuk koneksi ESP32 – CAM dan lalu akan didapat IP ESP32 – CAM adalah 192.168.137.119 dan IP tujuan adalah 199.36.158.100. Adapun parameter QoS yang diuji pada tugas akhir ini adalah *throughput* dan *delay*.

1. Pengujian Throughput Jaringan ke Database

Pengujian ini bertujuan untuk menghitung berapa banyak bits yang mampu dikirimkan dari alat menuju database. Berikut merupakan hasil pengukuran *throughput* yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini:

TABEL 4.5  
PENGUJIAN THROUGHPUT

Pengujian	Waktu	Percobaan	Nilai Throughput(bps )
Pengujian 1	Pagi	1-5	12.000
	Sore	1-5	22.000
	Malam	1-5	30.000
Pengujian 2	Pagi	1-5	11.000
	Sore	1-5	12.000
	Malam	1-5	33.000
Nilai Rata – Rata			19.500



GAMBAR 4.2  
GRAFIK THROUGHPUT

Pada Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengukuran *throughput*, proses pengujian ini dilakukan 1 sesi dalam sesi tersebut dilakukan 5 kali percobaan di 3 rentang waktu yaitu pagi, sore, dan malam. Hasil nilai rata – rata yang didapatkan dalam pengujian *throughput* ini adalah 19.500 bps atau 19,5

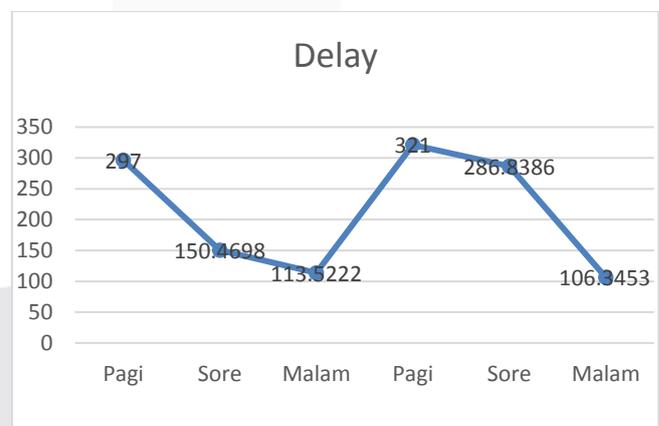
Kbps . Menurut standarisasi ITU – T G.1010 dengan hasil yang didapat maka pengiriman total data dari ESP32 - CAM menuju firebase tergolong bagus dikarenakan masih dibawah 100 KB.

2. Pengujian Delay Jaringan ke Database

Pengujian ini bertujuan untuk menghitung lama waktu tempuh yang dibutuhkan dalam pengiriman data dari ESP – CAM menuju *database*. Berikut merupakan hasil pengukuran *delay* yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini:

TABEL 4.6  
PENGUJIAN DELAY

Pengujian	Waktu	Percobaan	Nilai Delay (ms)
Pengujian 1	Pagi	1-5	296,5324
	Sore	1-5	150,4698
	Malam	1-5	113,5222
Pengujian 2	Pagi	1-5	321,0833
	Sore	1-5	286,8386
	Malam	1-5	106,3453
Nilai Rata – Rata			212,4652



GAMBAR 4.3  
GRAFIK DELAY

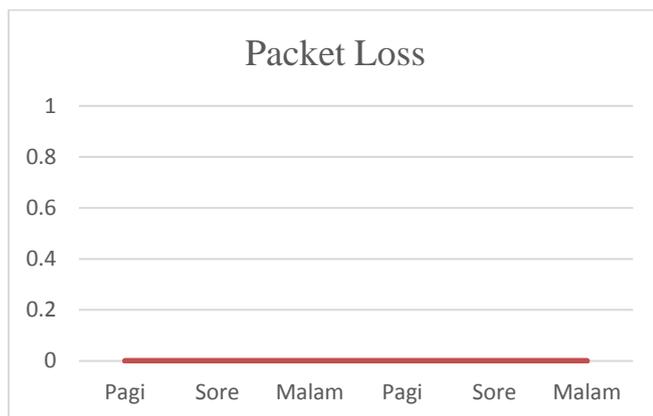
Pada Tabel 4.6 menunjukkan hasil pengukuran *delay*, proses pengujian ini dilakukan 1 sesi dalam sesi tersebut dilakukan 5 kali percobaan di 3 rentang waktu yaitu pagi, sore, dan malam. Hasil nilai rata – rata yang didapatkan dalam pengujian *delay* ini adalah 212,4652 ms atau 0,2125 *second*. Menurut standarisasi ITU – T G.1010 dengan hasil yang didapat maka pengiriman total data setiap satuan waktu dari ESP32 - CAM menuju firebase tergolong dalam klasifikasi interaktif.

### 3. Pengujian *Packet Loss* ke *Database*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah paket yang hilang karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. Berikut merupakan hasil pengukuran *packet loss* yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini:

TABEL 4.7  
PENGUJIAN PACKET LOSS

Pengujian	Waktu	Percobaan	Packet Loss
Pengujian 1	Pagi	1-5	0%
	Sore	1-5	0%
	Malam	1-5	0%
Pengujian 2	Pagi	1-5	0%
	Sore	1-5	0%
	Malam	1-5	0%
Nilai Rata – Rata			0%



GAMBAR 4.4  
GRAFIK PACKET LOSS

Pada Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengukuran packet loss, proses pengujian ini dilakukan 1 sesi dalam sesi tersebut dilakukan 5 kali percobaan di 3 rentang waktu yaitu pagi, sore, dan malam. Hasil nilai rata – rata yang didapatkan dalam pengujian *packet loss* ini adalah 0%. Menurut standarisasi ITU – T G.1010 dengan hasil yang didapat maka pengiriman total data setiap satuan waktu dari ESP32 - CAM menuju firebase tergolong sangat bagus.

### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan sistem, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, maka di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat sistem pendeteksi kebisingan terhadap kendaraan bermotor secara fungsional dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rancangan awal dan pengiriman data menuju *firebase* berhasil.
2. Pengujian performa alat berhasil dilakukan dan seluruh komponen yang terpasang mampu terhubung satu sama lain dan berjalan dengan baik.
3. Pada proses pengujian perbandingan hasil data dengan jarak 1 meter, sensor MAX4466 memiliki tingkat akurasi 97,7% memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan sensor KY – 037 yang memiliki tingkat akurasi 83,6%, menunjukkan kualitas sensor berpengaruh pada ketepatan hasil yang diperoleh.
4. Pada pengukuran QoS untuk pengiriman data yang dilakukan dari alat menuju ke database, mendapatkan nilai rata– rata *throughput* sebesar 19.500 bps atau 19,5 Mbps dan tergolong bagus menurut standarisasi ITU – T G.1010.
5. Nilai rata – rata *delay* yang di dapatkan pada proses pengiriman data sebesar 212,4652 ms atau 0,2125 *second* dan tergolong interaktif menurut standarisasi ITU – T G.1010.
6. Nilai rata – rata *packet loss* yang didapatkan sebesar 0% dan tergolong sangat bagus menurut standarisasi ITU – T G.1010.

### REFERENSI

- [1] B. P. 'Statistik, "Hasil Sensus Penduduk 2020," Jan. 21, 2021.
- [2] R. G. Pratama, "PENEGAKAN HUKUM TERHADAP PENYALAHGUNAAN SEPEDA MOTOR YANG MENIMBULKAN KEBISINGAN SUARA KNALPOT DI HUBUNGAN DENGAN KUHP," Universitas Pasundan, Bandung, 2018.
- [3] MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP, PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 07 TAHUN 2009 TENTANG AMBANG BATAS KEBISINGAN KENDARAAN BERMOTOR TIPE BARU. Indonesia, 2009, pp. 27–27.
- [4] S. Hananto and T. Busono, "PENGARUH KEBISINGAN LALU LINTAS TERHADAP EFEKTIVITAS PROSES PEMBELAJARAN," Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2009.
- [5] Listianingrum and D. Aprilia, "PENGARUH KEBISINGAN LALU LINTAS TERHADAP PENURUNAN FUNGSI PENDENGARAN PADA SUPELTS DI KOTA SURAKARTA," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2017.
- [6] M. Basri and I. Lakawa, "PENGARUH KEBISINGAN LALU LINTAS TERHADAP KETERGANGGUAN PEGAWAI KANTOR BKD PROVINSI SULAWESI

TENGGARA.”

- [7] T. hoon Kim, C. Ramos, and S. Mohammed, “Smart City and IoT,” *Future Generation Computer Systems*, vol. 76. Elsevier B.V., pp. 159–162, Nov. 01, 2017. doi: 10.1016/j.future.2017.03.034.
- [8] Y. 'Persada, PERANCANGAN DAN REALISASI ALAT PENDETEKSI KEBISINGAN SUARA KENDARAAN DALAM ATUAN DESIBEL. Bandung, 2012.
- [9] M. Subani et al., “Perkembangan Internet of Think (IOT) dan Instalasi Komputer Terhadap Perkembangan Kota Pintar di Ibukota Dki Jakarta.”
- [10] Y. 'Yudhanto and A. 'Azis, Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT), Pratisto, Eko Harry., vol. 1. Surakarta: UNS Press, 2019.
- [11] T. 'Terkini, “Penjelasan dan Cara Kerja Konsep Internet of Things,” *mobnasesemka.com*, Apr. 21, 2016.
- [12] D. Setiadi, M. Nurdin, and A. Muhaemin, “PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI),” *Jurnal Infotronik*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [13] D. 'Rossalia, “PERUBAHAN RESPON PENDENGARAN KARENA PEMAKAIAN EARPHONE,” vol. 21, pp. 21–21, Jun. 2019.
- [14] F. Rizal Zamroni, M. Aan Auliq, and S. Aryani, “Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM) Volume X Nomor X Maret 2021 | Hal. xx-xx Prototype Alat Pendeteksi Dini Gangguan Fuse Cut Out (FCO) di Sistem Kelistrikan PLN Menggunakan PZEM-004T, Sensor Suara, dan GPS Berbasis Arduino Mega dengan IoT,” 2021.
- [15] M. 'Akbari, “How to Use KY-037 Sound Detection Sensor with Arduino,” *electropeak.com*. <https://electropeak.com/learn/how-to-use-ky-037-sound-detection-sensor-with-arduino/> (accessed Dec. 05, 2021).
- [16] L. Anastasi Sesaragi Lapono and R. Kristian Pingak Jurusan Fisika, “Rancang Bangun Sound Level Meter Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno Design of Sound Level Meter Using Sound Sensor Based on Arduino Uno,” 2018.
- [17] M. 'Damirchi, “Interfacing MAX4466 Microphone Module with Arduino,” *electropeak.com*. <https://electropeak.com/learn/interfacing-max4466-microphone-module-with-arduino/> (accessed Dec. 06, 2021).
- [18] A. 'Mohammad Shojaei, “Interfacing I2C 16x2 Character LCD with Arduino,” *electropeak.com*.
- [19] A. M. Company, “Arduino Nano,” 2018.
- [20] S. MX, “Arduino Nano V3,” 2018. <https://silicio.mx/arduino-nano-v3> (accessed Jul. 13, 2022).
- [21] “ESP32-CAM Wi-Fi+BT SoC Module V1.0 ESP32-CAM Module Overview,” 2017.
- [22] “ESP32-CAM WiFi + Bluetooth Camera Module Development Board ESP32 With Camera Module OV2640,” *RoboticsSD*. <https://store.roboticsbd.com/arduino-bangladesh/1407-esp32-cam-wifi-bluetooth-camera-module-development-board-esp32-with-camera-module-ov2640-robotics-bangladesh.html> (accessed Apr. 06, 2022).
- [23] G. Made, N. Desnanjaya, I. B. Ary, and I. Iswara, “TRAINER ATMEGA32 SEBAGAI MEDIA PELATIHAN MIKROKONTROLER DAN ARDUINO,” Online, 2018. [Online]. Available: <http://jurnal.stiki-indonesia.ac.id/index.php/jurnalresistor>
- [24] W. Islamianto, U. Sunarya, and A. Hartaman, “IMPLEMENTASI SISTEM OPERASI CLOUD MENGGUNAKAN OPENNEBULA SEBAGAI PENYEDIA LAYANAN VoIP IMPLEMENTATION CLOUD OPERATING SYSTEM USING OPENNEBULA AS VoIP PROVIDER.”
- [25] D. Rawal, “Traditional Infrastructure vs Firebase Infrastructure,” 2017. [Online]. Available: [www.ijserd.com](http://www.ijserd.com)