

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEBISINGAN SECARA
REALTIME BERBASIS *WEBSITE* DALAM LINGKUNGAN KERJA
SEBAGAI PENDUKUNG DATA KESEHATAN DAN KESELAMATAN
KERJA (K3)**

(Skripsi)

Oleh

**NUR TASYA FEBRIYANTI
1917041001**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEBISINGAN SECARA REALTIME BERBASIS WEBSITE DALAM LINGKUNGAN KERJA SEBAGAI PENDUKUNG DATA KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3)

Oleh

Nur Tasya Febriyanti

Penelitian mengenai alat monitoring tingkat kebisingan telah direalisasikan menggunakan sensor suara GY Max 4466 dengan mikrokontroler *ESP Wroom 32* berbasis *website*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kebisingan di lingkungan kerja dan dapat memonitoring tingkat kebisingan berbasis *website* guna pendukung data kesehatan dan keselamatan kerja. Pengambilan data dilakukan dengan deteksi suara dalam ruangan pompa PDAM Way Rilau Bandar Lampung dari pukul 08.00-12.00 WIB. Hasil penelitian menunjukkan sistem berfungsi dengan keadaan baik, ditunjukkan dengan nilai rata-rata akurasi ke empat sensor sebesar 97,07% dan rata-rata nilai *error* sebesar 2,93%. Data tingkat kebisingan yang dihasilkan dari ruangan pompa PDAM Way Rilau tergolong tinggi atau bahaya karena sudah melebihi nilai batas ambang (NAB) kebisingan yaitu sebesar 70 dB. Sistem yang digunakan pada *website* yaitu dengan akses *localhost* pada komputer yang dapat dimonitoring dalam lingkungan kerja sebagai data pendukung kesehatan dan keselamatan kerja (K3).

Kata Kunci: *ESP Wroom 32, GY Max 4466, K3, Realtime, Website.*

ABSTRACT

DESIGN OF WEBSITE BASED REALTIME NOISE MONITORING SYSTEM IN THE WORK ENVIRONMENT AS SUPPORT OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY (OHS) DATA

By

Nur Tasya Febriyanti

Research on noise level monitoring tools has been realized using a GY Max 4466 sound sensor with a website-based ESP Wroom 32 microcontroller. This study aims to determine the noise level in the work environment and to monitor noise levels based on a website to support occupational health and safety data. Data collection was carried out by sound detection in the pump room of PDAM Way Rilau Bandar Lampung from 08.00-12.00 WIB. The results showed that the system functioned well, indicated by the average accuracy of the four sensors of 97.07% and the average error value of 2.93%. The noise level data generated from the PDAM Way Rilau pump room is classified as high or dangerous because it has exceeded the noise threshold (NAV) value of 70 dB. The system used on the website is localhost access on a computer that can be monitored in the work environment as supporting data for occupational health and safety (OHS).

Keywords: *ESP Wroom 32, GY Max 4466, K3, Realtime, Website.*

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEBISINGAN SECARA
REALTIME BERBASIS WEBSITE DALAM LINGKUNGAN KERJA
SEBAGAI PENDUKUNG DATA KESEHATAN DAN KESELAMATAN
KERJA (K3)**

Oleh

Nur Tasya Febriyanti

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Mencapai Gelar SARJANA SAINS Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

pada

Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : Perancangan Sistem Monitoring Kebisingan Secara
RealTime Berbasis *Website* Dalam Lingkungan
Kerja Sebagai Pendukung Data Kesehatan Dan
Keselamatan Kerja (K3)


Nama Mahasiswa : Nur Tasya Febriyanti


Nomor Pokok Mahasiswa : 1917041001

Jurusan : Fisika


Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP.19801010 200501 1 002


Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.
NIP.19901125 201903 2 018

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA


Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP.19801010 200501 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.



Sekretaris : Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.



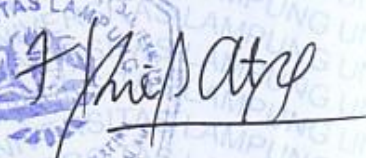
**Penguji
Bukan Pembimbing : Drs. Amir Supriyanto, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 02 Agustus 2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat karya orang lain dan tidak terdapat pendapat atau karya yang ditulis oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sangsi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar lampung, 13 Juli 2023

Penulis,



Nur Tasya Febriyanti
NPM.1917041001

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Nur Tasya Febriyanti, dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 14 Februari 2001. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Budi Nurdin dan Ibu Sari Mustika. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Amalia Teluk Betung pada tahun 2006-2007, SDN 2 Talang pada tahun 2007-2013, SMPN 3 Bandar Lampung pada tahun 2013-2016 dan SMAN 4 Bandar Lampung pada tahun 2016-2019. Penulis melanjutkan jenjang pendidikan tinggi negeri di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur penerimaan SNMPTN. Penulis menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Lampung dengan judul “Sistem Pengelola *Road Index* Dengan Peta Interaktif Provinsi Lampung”. Penulis juga melakukan pengabdian masyarakat dengan mengikuti program kuliah kerja nyata (KKN) Universitas Lampung pada tahun 2022 di desa Sumber Hadi, Kecamatan Melinting, Kabupaten Lampung Timur. Selama menjalani pendidikan di perguruan tinggi negeri penulis juga aktif dalam organisasi. Penulis pernah menjabat sebagai Pemenang Duta Mahasiswa GenRe Universitas Lampung Tahun 2020, Duta GenRe Provinsi Lampung pada Tahun 2020, sekretaris bidang dana dan usaha (DANUS) pada tahun 2019-2020, kepala bidang PSDM di UKM PIK R RAYA UNILA pada tahun 2020-2021, anggota himpunan mahasiswa fisika minat bakat (MINBAK) pada tahun 2020-2021, serta penulis juga bekerja sebagai *freelancer* MC dan *Voice Over*.

MOTTO

“ Tidak Ada Yang Tidak Mungkin Jika Tuhan Menghendaki ”

“ 1% Kuat, 99% Hasbunallah Wani'mal Wakil Ni'mal Maula Wani'man Nasir ”

PERSEMBAHAN

Dengan penuh syukur kepada Allah SWT, Karya ini dipersembahkan kepada:

Kedua Orang Tuaku

Bapak Budi Nurdin & Ibu Sari Mustika

Terima kasih atas segala do'a, motivasi dan usaha yang selalu diberikan demi kesuksesan putri tercinta hingga mampu menyelesaikan pendidikan di Universitas sebagai Sarjana Fisika

Keluarga besar & Teman-teman

Terima kasih atas segala dukungan yang telah diberikan sehingga saya dapat tetap bertahan dalam keadaan suka maupun duka

Almamater Tercinta

UNIVERSITAS LAMPUNG

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perancangan Sistem Monitoring Kebisingan Secara *Realtime* Berbasis *Website* Dalam Lingkungan Kerja sebagai Pendukung Data Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3)”** yang merupakan syarat untuk meraih gelar Sarjana Sains (S.Si) pada bidang Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Skripsi ini membahas tentang perancangan sistem monitoring kebisingan secara *realtime* berbasis *website* menggunakan mikrokontroler ESP *WROOM-32* dan *multy* sensor. Pada skripsi ini dilakukan uji kalibrasi sensor menggunakan alat standar *sound level meter* (SLM).

Pada penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dalam isi maupun cara penyajian. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran guna perbaiki di masa mendatang. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Bandar Lampung, 13 Juli 2023

Penulis,

Nur Tasya Febriyanti

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberi nikmat, rahmat dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Monitoring Kebisingan Secara *Realtime* Berbasis *Website* Dalam Lingkungan Kerja sebagai Pendukung Data Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3)”. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut membantu. Penulisan skripsi ini tidak dapat terwujud tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, baik berupa tenaga maupun pemikiran. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis haturkan terima kasih kepada:

1. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T sebagai kepala jurusan dan pembimbing utama yang tulus mengajari dan membantu penulis, membimbing, memberi pemahaman dan nasihat.
2. Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Pd.,M.Si sebagai pembimbing kedua yang senantiasa membantu penulis, membimbing, dan memberi pemahaman.
3. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si sebagai dosen penguji yang telah memberi masukan dan koreksi dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Para Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa fisika.
5. Kedua Orangtuaku bapak Budi Nurdin & Ibu Sari Mustika yang telah mendoa'kan, memberikan semangat dan dukungan baik berupa materi ataupun moril kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kedua adikku Dimas Agung Ramadhan dan Shakilla Teni Fauziah yang telah mendoa'kan serta memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. PDAM Way Rilau yang telah bersedia memberikan izin untuk pengambilan data hasil.

8. M. Dafi Kurniawan yang telah memberikan do'a, semangat, dukungan, dan sebagai tempat bercerita untuk berkeluh kesah
9. Teman-teman seperjuangan Icha Arum Vicias, Laela Ismi Oktarina, Sasmita Ningrum, Demila, Zakkiyah Nurhafizhah, Eka Fadhilah Irawan, dan Dian Permata Sari yang telah kebersamai, membantu, dan memberi semangat.
10. Teman-teman diluar kampus Muhammad Royan Fauzi Maulana, Vio Heven Susanto, Hauzan, Bonita Feby, Tarisa Livia, dan Rizki Aditya yang telah membantu, memberi semangat dan motivasi.
11. Teman-teman Pimpinan PIK R RAYA dan HIMAFI periode 2020.
12. Seluruh mahasiswa/i jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung angkatan 2019, dan teman- teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis haturkan do'a dan panjatkan rasa syukur kepada Allah SWT, semoga Allah SWT memberikan imbalan yang berlipat atas bantuan semua pihak dan semoga selalu dimudahkan langkah kita yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	5

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait.....	6
2.1.1. Mendeteksi Kebisingan Berbasis Mikrokontroler	6
2.1.2. Mendeteksi Kebisingan Berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i>	6
2.2. Dasar Teori	9
2.2.1. Bunyi.....	11
2.2.2. Intensitas Bunyi	12
2.2.3. Taraf Intensitas Bunyi.....	15
2.2.4. Kebisingan	17
2.2.5. Gangguan Kebisingan.....	18
2.2.6. Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	20
2.2.7. <i>Website</i>	18
2.2.8. Sensor Suara GY Max 4466	21
2.2.9. ESP WROOM 32.....	22
2.2.10. <i>Software</i> Arduino.....	24
2.2.11. <i>Visual Studio Code (VS Code)</i>	25
2.2.12. <i>Python</i>	26

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2. Alat dan Bahan	27
3.3. Prosedur Penelitian	28
3.3.1. Perancangan Sistem	31
3.3.2. Skematik Rangkaian	32
3.3.3. Desain Alat Kebisingan	33
3.4. Pengujian Alat dan Pengambilan Data	33
3.5. Monitoring Kebisingan Berbasis <i>Website</i>	37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Alat Monitoring (<i>Hardware</i>)	39
4.2. Pengujian dan Kalibrasi Sensor Suara GY Max 4466.....	40
4.3. Pengambilan Data dan Analisis Sistem.....	50
4.4. Proses Pembuatan <i>Webserver Local (Software)</i>	55

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan.....	59
5.1. Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sensor Suara GY Max 4466.	21
Gambar 2.2 Skematik Sensor Gy Max 4466	22
Gambar 2.3 <i>ESP WROOM 32</i> dan Bagian Pinnya.	23
Gambar 2.4 Tampilan <i>Software</i> Arduino	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem	31
Gambar 3.3 Rangkaian Sensor	32
Gambar 3.4 Desain Alat Kebisingan	33
Gambar 3.5 Grafik Kalibrasi Sensor Gy Max 4466	34
Gambar 3.6 Grafik Keluaran Sensor GY Max 4466 dan SLM	35
Gambar 3.7 Grafik Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi.....	36
Gambar 3.8 Grafik Monitoring Kebisingan	37
Gambar 3.9 Template <i>Website</i> Monitoring Kebisingan	37
Gambar 4.1 Alat Monitoring Kebisingan (a) Tampak Depan (b) Tampak Samping	39
Gambar 4.2 Alat Monitoring Tampak Dalam	40
Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi Sensor Suara ke-1	42
Gambar 4.4 Grafik Kalibrasi Sensor Suara ke-2	43
Gambar 4.5 Grafik Kalibrasi Sensor Suara ke-3	44
Gambar 4.6 Grafik Kalibrasi Sensor Suara ke-4	45
Gambar 4.7 Grafik Nilai Tingkat Intensitas (dB) Sensor ke-1	47
Gambar 4.8 Grafik Nilai Tingkat Intensitas (dB) Sensor ke-2.....	48
Gambar 4.9 Grafik Nilai Tingkat Intensitas (dB) Sensor ke-3.....	49
Gambar 4.10 Grafik Nilai Tingkat Intensitas (dB) Sensor ke-4.....	50

Gambar 4.11 Area Ruangan Penelitian (a) Tampak Luar (b) Tampak Dalam (c) Denah Sumber Bunyi dan Penempatan Alat	51
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengukuran Sensor (dB) Terhadap Waktu (s)	53
Gambar 4.13 Tampilan <i>User Database</i>	56
Gambar 4.14 Running Program <i>Webserver</i>	58
Gambar 4.15 Tampilan <i>Webserver</i>	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tingkat Kebisingan (dB).....	16
Tabel 2.2 Perbedaan ESP 32 dengan Mikrokontroler Lainnya.....	23
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	27
Tabel 3.2 Perangkat Alat dan Bahan.....	28
Tabel 3.3 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	28
Tabel 3.4 Kalibrasi Sensor Suara Max 4466 dan SLM.....	34
Tabel 3.5 Perbandingan Nilai Sensor dan Alat Standar.....	34
Tabel 3.6 Data Pengujian Sistem monitoring Kebisingan.....	35
Tabel 3.7 Data Hasil Pengujian Waktu Terhadap Tingkat Intensitas Bunyi.....	36
Tabel 4.1 Data Kalibrasi Sensor Suara ke-1 dengan SLM.....	41
Tabel 4.2 Data Kalibrasi Sensor Suara ke-2 dengan SLM.....	42
Tabel 4.3 Data Kalibrasi Sensor Suara ke-3 dengan SLM.....	43
Tabel 4.4 Data Kalibrasi Sensor Suara ke-4 dengan SLM.....	44
Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran Sensor Suara Gy Max 4466 Ke-1.....	46
Tabel 4.6 Data Hasil Pengukuran Sensor Suara Gy Max 4466 Ke-2.....	47
Tabel 4.7 Data Hasil Pengukuran Sensor Suara Gy Max 4466 Ke-3.....	48
Tabel 4.8 Data Hasil Pengukuran Sensor Suara Gy Max 4466 Ke-4.....	49

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tingkat kecelakaan kerja di Indonesia akibat kebisingan masih kurang diperhatikan. Menurut Kepmenkes No.1405/MENKES/SK/XI/2002 kebisingan merupakan masalah yang sering dijumpai oleh perusahaan besar saat ini. Penggunaan mesin dan alat kerja yang mendukung proses produksi berpotensi menimbulkan suara kebisingan. Kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga mengganggu atau membahayakan kesehatan (Kepmenkes, 2002).

Menurut WHO, tahun 2015 menyatakan bahwa sebanyak 466 juta orang di dunia mengalami gangguan pendengaran (6,1% dari total populasi dunia), 34 juta menjangkit anak-anak dan 432 juta menjangkit orang dewasa. WHO juga menyebutkan lebih dari 1 miliar anak muda terkena risiko mengalami gangguan pendengaran karena terpapar kebisingan (WHO, 2015).

Terdapat nilai batas ambang yang dapat diterima oleh telinga manusia, tanpa mengakibatkan penyakit atau membahayakan kesehatan. Berdasarkan Permenaker No.13/MEN/X/tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas (NAB) faktor fisika dan kimia di tempat kerja. NAB kebisingan ditetapkan sebesar 85 dB sebagai intensitas tertinggi dan merupakan nilai yang masih dapat diterima oleh pekerja, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu (Kuswana, 2017).

Pengaruh paparan kebisingan secara umum tergantung tinggi rendahnya intensitas kebisingan dan lamanya waktu pemaparan. Pengaruh kebisingan intensitas tinggi

(di atas NAB) di usaha pertambangan menyebabkan kerusakan pada telinga yang dapat menurunkan kualitas pendengaran baik yang bersifat sementara maupun permanen dari mesin dan alat angkut tambang (Utami dkk., 2020). Secara fisiologis, kebisingan dengan intensitas tinggi menyebabkan gangguan kesehatan diantaranya peningkatan tekanan darah (± 10 mmHg), peningkatan denyut nadi, risiko serangan jantung, gangguan sensorik, konstiksi pembuluh darah perifer pada tangan dan kaki, gangguan keseimbangan organ dan gangguan pencernaan (Amir dkk., 2019). Selain efek kesehatan, kebisingan juga berdampak kepada kegiatan operasional yang dapat menyebabkan reaksi masyarakat yang dapat memproses kegiatan pertambangan akibat kebisingan yang diakibatkan oleh alat dan aktivitas pertambangan (Mayasari dan Khairunnisa, 2017).

Penelitian terkait alat kebisingan sudah dilakukan sebelumnya dan umumnya menggunakan mikrokontroler AVR ATmega 8535. Rancang bangun alat untuk monitoring kebisingan terdiri dari sensor *input* berupa sensor suaramenggunakan mikrokontroler AVR ATmega 8535 sebagai proses dan Output yang digunakan dapat berupa *display* dot matrix. Hasil yang di dapat pada penelitian ini, ketika sensor mendeteksi kebisingan mencapai 55 dB maka akan ditampilkan melalui *display* dot matrix (Jmr dan Widianti, 2018) dan peneltian terkait juga dilakukan oleh kharis pada tahun 2013 menggunakan mikrokontroler berupa AVR ATMEGA 8535, sensor suara sebagai input dan yang membedakan pada penelitian kharis ini hasil keluaran nya berupa *buzzer*. Hasil pada penelitian ini ketika sensor mendeteksi kebisingan maka *buzzer* akan hidup sebagai alarm peringatan kebisingan (Kharis, 2013).

Penelitian lainnya dilakukan dengan mendeteksi kebisingan berbasis *Internet of Things* sebagai media kontrol kenyamanan ruangan menggunakan Arduino Mega, sensor suara sebagai input dan keluarannya berupa *buzzer*. Hasil dari penelitian yang dilakukan ini adalah mengontrol kenyamanan ruangan berbasis *IoT*, saat sensor menunjukkan kebisingan maka *buzzer* akan hidup (Hidayat dkk, 2019). Penelitian yang sama dilakukan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP 8266 untuk mendeteksi kebisingan berbasis *IoT* sebagai media kontrol kenyamanan ruangan. Hasil yang di dapat berupa kebisingan yang dapat di monitoring melalui

LCD (Amarta dkk, 2019). Namun penelitian tersebut masih kurang efektif karena *output* yang dihasilkan hanya ditampilkan melalui *display* dot, LCD dan suara buzzer.

Berdasarkan permasalahan di atas, dipandang perlu untuk melakukan penelitian berupa perancangan sistem monitoring yang mampu mendeteksi kebisingan. Dalam penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor suara GY Max 4466 untuk mendeteksi kebisingan di 4 titik objek. Mikrokontroler yang digunakan berupa ESP *WROOM-32* karena memiliki 16 pin ADC yang memungkinkan untuk menjalankan lebih dari satu sensor analog. Sebelum digunakan sensor akan diuji dengan tujuan untuk mengetahui sensitifitas sensor yang akan digunakan sebagai alat sistem monitoring. Sistem monitoring kebisingan ini dilakukan secara *realtime* berbasis *Website* sehingga akan lebih mudah untuk memonitoring secara langsung guna data pendukung kesehatan dan keselamatan kerja.

Pentingnya pengamatan dan pengawasan kebisingan adalah dengan membuat rencana pengendalian kebisingan. Rencana pengendalian dapat dilakukan dengan pendekatan melalui perspektif manajemen risiko kebisingan. Manajemen risiko yang dimaksud adalah suatu pendekatan yang logik dan sistemik untuk mengendalikan risiko yang mungkin timbul. Pada pengendalian kebisingan dengan orientasi jangka panjang secara berurutan adalah eliminasi sumber kebisingan, pengendalian secara teknik, pengendalian secara administratif dan terakhir penggunaan alat pelindung diri (Ramdan dkk., 2014).

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang selanjutnya disebut SMK3 adalah bagian dari sistem manajemen perusahaan secara keseluruhan dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif (Permenaker, 2014).

Berdasarkan beberapa uraian tersebut, penelitian ini dibuat untuk merancang sebuah alat yang dapat mengukur kebisingan pada tempat kerja dan memonitoring menggunakan teknologi berbasis *website*. Proses perancangan ini dilakukan dengan mengubah data analog dari sensor suara menjadi digital dan memonitoring melalui *website*. Data tersebut digunakan sebagai pendukung data kesehatan dan

keselamatan kerja, agar para pekerja merasa aman dan dapat beraktivitas secara efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah dalam penelitian ini adalah kebisingan yang dirumuskan dalam beberapa hal, yaitu :

1. Bagaimana merancang dan monitoring kebisingan secara *real time* menggunakan ESP WROOM-32 berbasis *website*?
2. Bagaimana data tingkat kebisingan di tempat kerja berbasis *website* sebagai data pendukung kesehatan dan keselamatan kerja (K3)?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan memonitoring tingkat kebisingan melalui :

1. Dapat merancang dan memonitoring kebisingan secara *real time* menggunakan ESP WROOM-32 berbasis *website*.
2. Memberikan data kebisingan ditempat kerja berbasis *website* guna data pendukung kesehatan dan keselamatan kerja (K3).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Didapat alat monitoring tingkat kebisingan secara *real time* berbasis *website* yang dapat digunakan sebagai alarm peringatan dan memproteksi diri dari ancaman kebisingan suara.
2. Memudahkan informasi data pendukung kesehatan dan keselamatan kerja (K3) melalui sistem monitoring yang dapat di akses melalui *website*, dan pencegahan kebisingan dapat dilakukan dengan menggunakan alat pelindung diri (APD) di telinga (*ear plug*) atau menambahkan material peredam bunyi pada tembok di sekitar sumber bunyi guna peredaman bunyi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor suara GY Max4466.
2. Penilaian kebisingan menggunakan ESP *WROOM*-32 sebagai mikrokontroler.
3. Program mikrokontroler menggunakan *software* Arduino IDE.
4. Pengukuran dilakukan dari pukul 08.00-12.00 WIB.
5. Pengukuran dilakukan di PDAM Way Rilau.
6. Luas tempat pengukuran panjang dan lebar 15mx10m.
7. Sistem monitoring kebisingan di tampilkan melalui *website* secara *realtime* dan jaringan *local host*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

2.1.1 Mendeteksi Kebisingan Berbasis Mikrokontroler

Penelitian terkait alat tingkat kebisingan sebagai sistem peringatan terhadap bahaya kebisingan telah dilakukan oleh (Indrani, 2007) pada ruangan auditorium multi fungsi Universitas Kristen Petra untuk mengetahui kinerja akustik ruangan dan memperbaiki interior ruangan sehingga memenuhi kriteria ruangan yang sesuai. Pengukuran bising latar (*background noise*) dan distribunyi tingkat tekanan bunyi menggunakan sound level meter dan pengukuran waktu dengung dengan merekam suara ledakan balon (*ballon burst*) dan diolah menggunakan *software Adobe Audition*, pengukuran dilakukan dengan mengambil beberapa titik sehingga menggambarkan kualitas akustik secara keseluruhan dalam ruangan.

(Kharis, 2013) membuat penelitian mengenai rancang bangun sistem deteksi kebisingan sebagai media kontrol kenyamanan ruangan perpustakaan. Sistem ini menggunakan mikrofon sebagai sensor yang berfungsi untuk menangkap sinyal masukan berupa tekanan suara *Sound Pressure Level (SPL)*. Sinyal masukan ini kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega16. Pada mikrokontroler ATmega16 sinyal masukan berupa sinyal ADC akan dirubah menjadi sinyal DAC. Ketika sistem mendeteksi kebisingan yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan perpustakaan sebesar 55 dB, dot matrik LED menampilkan tulisan peringatan bagi pengunjung perpustakaan.

Penelitian terkait kualitas akustik yaitu deteksi pola perambatan suara pada Masjid Al-Wasi'i Universitas Lampung menggunakan metode multi titik dilakukan oleh (Bari dkk., 2016) yaitu membuat instrumentasi pengukuran suara menggunakan delapan sensor dan akuisisi data melalui komunikasi *protocol* TCP/IP WIZ I 105SR untuk ditampilkan melalui serial monitor personal computer. Rata-rata pengukuran tingkat tekanan suara pada semua titik memiliki tingkat tekanan suara sebesar 56,36 dB. Perbedaan nilai tingkat tekanan suara pada titik dengan nilai tingkat tekanan suara terbesar dan nilai tingkat tekanan suara rata-rata semua titik ialah sebesar 5,66 dB. Sementara, perbedaan nilai tingkat tekanan suara pada titik dengan nilai tingkat tekanan suara terendah dan nilai tingkat tekanan suara rata-rata semua titik adalah sebesar 2,69 dB. Berdasarkan hasil pengukuran pada penelitian ini, nilai perbedaan tingkat tekanan bunyi tidak lebih dari 6 dB, artinya penyebaran pola perambatan suara di Masjid Al Wasi'i Universitas Lampung telah menyebar secara merata.

(Angga, 2018) melakukan penelitian mengenai indikator tingkat kebisingan di dalam ruangan bengkel dengan menggunakan Arduino. Alat ini dapat menghindarkan pekerja dari penurunan daya pendengaran di usia yang masih produktif. Alat ini mendeteksi kebisingan di bengkel. Sensor suara menggunakan *analog sound* sensor v2 mengirimkan data ke mikrokontroler Arduino. Kemudian mikrokontroler Arduino memproses data untuk ditampilkan di LCD, LED dan buzzer dengan himbauan yang ada. Untuk pemberitahuan lampu LED, lampu hijau menunjukkan status aman, lampu kuning menunjukkan status awas dan lampu merah menunjukkan status bahaya, buzzer akan bunyi jika status kebisingan awas dan bahaya.

Penelitian mengenai alat ukur tingkat kebisingan suara dengan sound sensor MIC berbasis arduino yang dilakukan oleh (Rezki, 2017). Pembuatan alat ukur ini menggunakan sound sensor MIC sebagai sensor pendeteksi suara, Arduino sebagai proses, dan LCD sebagai tampilan *display*. Pada proses inisialisasi port, Arduino membaca sensor MIC dan mengirimkan sinyanya digital, ketika trigger menerima pantulan sinyal digital tersebut maka diketahui berapa kebisingan suara yang ada. Hasil tingkat kebisingan dengan satuan *decibel* (dB) tersebut ditampilkan ke LCD. Sensor MIC pada alat ukur tingkat kebisingan diprogram dengan batas >30 dB

(kebisingan) dan <40 dB. Ketika tingkat kebisingan berada di 30 dB dan 40 dB. Maka kondisi ruangan aman, buzzer tidak menyala dan LED putih menyala. Ketika melebihi 40 dB, ruangan dikatakan kondusif sehingga buzzer dan LED merah menyala sebagai bentuk peringatan.

Penelitian mengenai alat deteksi berbasis Arduino uno juga dilakukan oleh (Theodorus dan Dringhuzen, 2018). Dalam perancangan sistem ini dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Dalam perangkat keras (*hardware*) memiliki beberapa tahap yaitu sensor suara dan PIR sebagai input, Arduino sebagai proses, speaker dan LCD sebagai output. Pada alat deteksi ini, nilai kurang dari 47.79 dB tidak dapat terdeteksi dan alat ukur mulai mendekati dengan alat referensi ketika 270 dB keatas.

Kemudian (Jmr dan Widianti, 2018) membuat rancang bangun pengontrolan dan monitoring kebisingan ruangan berbasis mikrokontroler AVR ATmega 8535. Rancang bangun alat ini terdiri dari terdiri dari 3 blok diagram yaitu minimum system AVR Atmega 8535, sensor suara dan display dot matrik. Sistem ini membaca data pada ADC dan memprosesnya sehingga menampilkan nilai 45 dB pada display dot matrix. Bagian sensor suara berfungsi untuk mengubah getaran yang dideteksi oleh mic dan diubah menjadi sinyal listrik berupa tegangan analog. Penggunaan dot matrix berfungsi untuk menampilkan data dan informasi keterangan dapat terlihat dari keseluruhan ruangan. Jumlah kebisingan yang terdeteksi oleh sistem ditandai dengan besarnya level kebisingan yang terukur pada alat sama dengan 256 dB.

2.1.2 Mendeteksi Kebisingan Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Selanjutnya oleh (Nurwati, 2018) membuat alat pendeteksi tingkat kebisingan dan pemberi peringatan pada perpustakaan berbasis Arduino. Alat ini dapat membantu meringankan tugas penjaga perpustakaan dengan menggunakan *sound microphone* sensor dan Arduino uno. Pada perancangan pendeteksi kebisingan dan pemberi peringatan pada perpustakaan ini secara keseluruhan terdiri dari mikrokontroler Arduino uno, LED, sensor LM393D, speaker, dan rangkaian LCD. Setelah sensor

bekerja mendeteksi ada tidaknya suara dalam ruangan maka sensor memberikan inputan tegangan ke Arduino yang akan ditampilkan ke LCD dan memberikan nilai high ke speaker dan LED, sehingga speaker dan LED dapat menyala.

Penelitian lainnya dilakukan oleh (Hidayat dkk., 2019) Penelitian ini dilengkapi dengan buzzer dan warning text yang akan ditampilkan pada panel LED P10. Sistem ini menguji hardware dengan parameter pengukuran 41 dB, 55 dB, 70 dB dengan alat pembanding (*Sound Level Meter*) sebanyak 30 kali. Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan di ruangan perpustakaan Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto. Pengujian dilakukan selama 3 hari pada rentang waktu pukul 09.00-15.00 WIB. Setiap rentang waktu 1 jam data akan diambil secara acak sebanyak 5 kali. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa intensitas suara yang terukur selama 3 hari berturut-turut pada ruangan perpustakaan Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta yaitu 56,24 dB yang artinya lebih tinggi 2,25 % dari nilai maksimum yang dianjurkan yaitu 55 dB.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Bunyi

Bunyi merupakan gelombang longitudinal, artinya gelombang yang memiliki arah getaran yang sama dengan arah perambatannya. Sumber bunyi berasal dari getaran, tenaga atau energi. Kemudian getaran tersebut dipancarkan keluar. Apabila getaran ini sampai di telinga kita, barulah kita dapat mendengarkannya. Definisi bunyi adalah gelombang longitudinal hasil dari suatu getaran yang dapat merangsang indera pendengaran. Pandangan bahwa bunyi merambat seperti gelombang air pertama kali dikemukakan oleh Marcus Vitruvius Polio di Romawi, satu abad sebelum Masehi. Teori kuantitatif tentang bunyi pertama kali dikemukakan oleh Sir Isaac Newton. Intensitas gelombang bunyi yang dapat didengar manusia rata-rata 10 -12 watt/ m^2 , disebut ambang pendengaran. Sementara itu intensitas terbesar bunyi yang masih terdengar oleh manusia tanpa menimbulkan rasa sakit adalah 1 watt/m, disebut ambang perasaan (Theodorus dan Dringhuzen, 2018).

Berdasarkan frekuensinya terdapat 3 jenis-jenis gelombang bunyi yaitu:

1. Audiosonik

Bunyi audiosonik merupakan jenis gelombang bunyi audiosonik adalah jenis gelombang bunyi yang frekuensinya antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Bunyi audiosonik menjadi satu-satunya jenis gelombang bunyi yang dapat didengarkan oleh manusia karena frekuensinya berada dalam batas pendengaran manusia secara normal.

2. Infrasonik

Bunyi infrasonik merupakan jenis gelombang bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz. Jenis bunyi infrasonik tidak dapat didengar oleh manusia karena gelombangnya tidak dapat ditangkap oleh telinga manusia sebagai indra pendengaran. Namun, jenis bunyi tersebut bisa didengar oleh hewan. Beberapa hewan yang mampu mendengarkan bunyi infrasonik adalah jangkrik, gajah, dan burung merpati. Bunyi infrasonik dimanfaatkan oleh manusia untuk sejumlah keperluan, seperti untuk mendeteksi aktivitas vulkanik gunung berapi atau aktivitas pergerakan lempeng bumi dengan bantuan alat seismograf.

3. Ultrasonik

Bunyi ultrasonik merupakan jenis gelombang bunyi yang frekuensinya lebih dari 20.000 Hz. Jenis bunyi ultrasonik tidak dapat didengar oleh manusia karena gelombangnya tidak dapat ditangkap oleh telinga manusia sebagai indra pendengaran. Seperti halnya bunyi infrasonik, bunyi ultrasonik bisa didengar oleh hewan. Adapun hewan yang mampu mendengarkan bunyi ultrasonik adalah kelelawar, paus, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik dimanfaatkan oleh manusia untuk sejumlah keperluan, terutama di bidang medis dan kesehatan, misalnya untuk mendeteksi janin lewat program USG serta diagnosis berbagai macam penyakit lewat gelombang ultrasonik. Selain itu, bunyi ultrasonik juga juga sering digunakan untuk mengukur kedalaman air laut (Yuberti, 2013).

Selain frekuensi bunyi sumber bunyi juga dapat berasal dari benda bergetar. Sumber bunyi yang ke telinga terjadi perambatan energi. Gelombang bunyi

merambat melalui medium seperti gas, cair atau padat tetapi lebih cepat melalui zat padat. Kecepatan perambatan gelombang bunyi di dalam zat padat lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan di dalam gas atau udara. Gelombang bunyi tidak dapat merambat di dalam ruang hampa. Untuk menentukan kecepatan bunyi di udara dapat digunakan percobaan resonansi. (Theodorus dan Dringhuzen, 2018).

2.2.2 Intensitas Bunyi

Intensitas adalah jumlah energi bunyi tiap detiknya, menembus tegak lurus bidang seluas satuan luas. Karena luasnya daerah bunyi yang dapat diterima telinga manusia, dan penggunaan skala logaritma akan mempermudah pembacaan harga intensitas bunyi (Jamaludin dkk., 2014). Intensitas bunyi juga berhubungan dengan kenyaringan bunyi atau tinggi nada bunyi. Bunyi merupakan energi mekanik yang timbul akibat perubahan tekanan dalam medium, sebagai energi yang ditransmisikan oleh tiap satuan luas dan persatuan waktu di definisikan sebagai intensitas bunyi dan secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dengan:

I = Intensitas Bunyi (W/m^2);

P = Daya Sumber Bunyi (W);

A = Luas Bidang yang Dilalui Oleh Bunyi (m^2).

Jika sumber bunyi memancarkan bunyi secara isotropik (menyebar ke segala arah sama rata), luas yang dimaksud sama dengan luas permukaan bola, yaitu:

$$A = 4\pi R^2 \quad (2.2)$$

Dengan R = jari-jari bola= jarak titik ke sumber bunyi (m). Jika persamaan 2.2 dimasukkan ke persamaan 2.1, diperoleh:

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} \quad (2.3)$$

dengan:

I = Intensitas Bunyi (W/m^2)

P = Daya Sumber Bunyi (W)

$4\pi R^2$ = Luas Permukaan Bola (m^2)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa intensitas bunyi di suatu titik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak tersebut ke sumber bunyi (Saripudin dkk., 2009).

Kuat lemahnya suatu gelombang bunyi atau *Sound Intensity Level* (SIL) yang biasanya dinyatakan dalam desibel (dB) dan di definisikan sebagai:

$$SIL = 10 \log \frac{I}{I_{ref}} \quad (2.4)$$

Dengan,

SIL = Tingkat Intensitas Bunyi dalam dB;

I = Intensitas Suara ($watt/m^2$);

I_{ref} = Intensitas Referensi ($10^{-12} Watt/m^2$)

(Adnan, 2006).

2.2.3 Taraf Intensitas Bunyi

Taraf intensitas bunyi dapat diartikan dengan tingkat kebisingan suatu bunyi pada pendengaran manusia. Bunyi yang mempunyai taraf intensitas yang tinggi akan memekakkan telinga seperti bunyi ledakan bom atau pesawat terbang. Namun ada juga bunyi yang sangat pelan sampai sampai tidak terdengar oleh telinga manusia. Intensitas ambang adalah intensitas bunyi minimum yang masih dapat di dengar oleh manusia, yakni $10^{-12} N/m^2$. Taraf intensitas bunyi (kebisingan) dapat dihasilkan oleh suara mesin pabrik, mesin kendaraan, kanlpot, adanya interaksi antara roda dengan permukaan jalan, serta bunyi klason. Besarnya taraf intensitas bunyi atau kekerasan bunyi dinyatakan dalam satuan decibel (dB) yang secara matematis dituliskan sebagai:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.5)$$

Dengan,

TI = Taraf intensitas bunyi (dB);

I = Intensitas bunyi;

I_0 = Intensitas bunyi referensi ($10^{-12} N/m^2$).

Jika terdapat sebanyak n buah sumber bunyi yang identic (mempunyai intensitas bunyi sama), besar taraf intensitas totalnya dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$TI_n = TI_1 + 10 \log n \quad (2.6)$$

Dengan,

TI_n = Taraf intensitas n buah sumber bunyi (dB);

TI_1 = Taraf Intensitas 1 buah sumber bunyi (dB);

n = Jumlah Sumber Bunyi.

Taraf intensitas bunyi juga bergantung pada jarak. Semakin jauh jarak suatu titik dari sumber bunyi maka taraf intensitas bunyi akan mengecil dan sebaliknya semakin dekat dengan sumber bunyi maka intensitas bunyi akan membesar, secara matematis dituliskan sebagai:

$$Tl_2 = Tl_1 - 20 \log \frac{r_2}{r_1} \quad (2.7)$$

Dengan,

Tl_2 = taraf intensitas bunyi pada jarak r_2 (dB) yang lebih jauh dari sumber bunyi;

Tl_1 = taraf intensitas bunyi pada jarak r_1 (dB) yang lebih dekat dari sumber bunyi;

r_2 = jarak tempat kedua dari sumber bunyi (m);

r_1 = jarak tempat pertama dari sumber bunyi (m).

Besarnya taraf intensitas bunyi dipengaruhi beberapa faktor antara lain peningkatan volume kendaraan, jarak sumber bunyi ke manusia, kecepatan suatu sumber bunyi, dan waktu aktivitas pengukuran yang berbeda (Jumingin, 2017).

Satuan dari taraf intensitas bunyi adalah desibel (dB). Secara umum definisi desibel merupakan satuan yang dipakai untuk skala suara dan penguatan pada rangkaian elektronika seperti rangkaian peralatan audio serta komunikasi. Pada dasarnya, desibel merupakan satuan yang menggambarkan perbandingan atau rasio. Desibel sering disebut dengan dB yang diartikan sebagai perbandingan antara dua besaran pada skala logaritma. Pada rangkaian audio, penguatan sinyal suara bersifat tidak linear atau non linear sehingga tidak bisa memakai perkalian kelipatan langsung seperti output sinyal yang memiliki 10 kali lipat atau 20 kali lipat penguatan dari sinyal sehingga harus memakai satuan desibel yang berskala logaritma perhitungan Desibel, penguatan atau gain sebuah sinyal akan ditandai dengan tanda positif, sementara pelemahan atau *loss* ditandai dengan negatif. Besa memakai skala penguatan desibel diantaranya adalah penguatan daya, tegangan, arus serta intensitas suara. Desibel dapat dihitung dengan rumus penguatan sebagai berikut:

1. Rumus Penguatan Arus

$$20 \log_{10} \frac{I_{out}}{I_{in}} \quad (2.8)$$

2. Penguatan Daya

$$10 \log_{10} \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (2.9)$$

3. Penguatan Tegangan

$$20 \log_{10} \frac{V_{out}}{v_{in}} \quad (2.10)$$

Dengan,

I_{out} = Arus Output (A);

I_{in} = Arus tegangan input (A);

P_{out} = Daya output (Watt);

P_{in} = Daya input (Watt);

V_{out} = Tegangan output (Volt);

V_{in} = Tegangan input (Volt).

Skala desibel (dB) biasanya digunakan untuk kemampuan tangkap telinga terhadap bunyi yang tergantung paada frekuensinya. Tingkat gelombang bunyi atau *sound pressure level* (SPL) dapat dihitung dengan rumus :

$$L_p = 20 \log \frac{P}{P_{pref}} \quad (2.11)$$

Dengan,

L_p = Tingkat tekanan gelombang (dB);

P = Tekanan gelombang bunyi;

P_{pref} = Tekanan gelombang bunyi referensi ($2 \times 10^{-5} N/m^2$)

(Adnan, 2006).

2.2.4 Kebisingan

Kebisingan merupakan bagian suara yang tidak dikehendaki bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13, 2011). Kebisingan adalah masalah yang sampai sekarang belum bisa ditanggulangi secara baik karena menjadi salah satu faktor yang diabaikan dari lingkungan kerja sehingga dapat menjadi ancaman serius bagi kesehatan para pekerja.

World Health Organization (WHO) tahun 2010, menyebutkan bahwa adanya alat-alat produksi dan mesin-mesin pada pabrik sebagai penerapan kemajuan teknologi menghasilkan intensitas suara yang dapat menyebabkan kebisingan dan mengganggu kesehatan. Pada tahun 1995, diperkirakan hampir 14% dari total tenaga kerja negara industri terpapar kebisingan lebih dari 90 dBA (Gani, 2018). Ada 3 faktor yang menyebabkan sebuah suara secara psikologis dianggap bising, yaitu volume (dB), perkiraan dan pengendalian. Selama gelombang-gelombang suara itu tidak dirasakan mengganggu manusia, maka namanya bunyi (*voice*) atau suara (*sound*). Dinamakan bising atau berisik (*noise*) jika gelombang-gelombang suara tersebut dirasakan sebagai gangguan. Karena bising tidak dikehendaki, maka sifatnya adalah subyektif dan psikologik. Subyektif sangat bergantung pada orang yang bersangkutan. Misalnya suara musik rock bagi seorang remaja adalah bunyi yang menyenangkan, namun untuk ibunya merupakan bising yang mengganggu. Karena sifatnya yang mengganggu itu, secara psikologik, bising adalah penimbul

stress (*stressor*). Bising dapat diukur dengan bantuan meter tingkat bunyi (*sound level meter*) dalam satuan *decibel* (dB) (Handoko, 2010).

Bising merupakan bunyi yang terjadi bila intensitas melebihi batas ambang tertentu yang terdengar oleh telinga manusia. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.48 tahun 1996, baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal pada tingkat kebisingan yang boleh dibuang ke lingkungan dari suatu usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan pada kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Dengan adanya baku tingkat kebisingan, diharapkan kebisingan yang ditimbulkan dapat dikendalikan sesuai nilai ambang batas yang ditetapkan. Dalam Keputusan tersebut, dijelaskan tentang baku tingkat kebisingan untuk beberapa tempat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Tingkat Kebisingan (dB)

Peruntukan kawasan/ lingkungan kegiatan	Tingkat Kebisingan (dB)
A. Peruntukan Kawasan	
4. Perumahan dan Pemukiman	55
5. Perdagangan dan Jasa	70
6. Perkantoran dan Perdagangan	65
7. Ruang Terbuka Hijau	50
8. Industri	70
9. Pemerintahan dan fasilitas Umum	60
10. Rekreasi	70
11. Bandar Udara dan Stasiun kereta api	60
12. Pelabuhan Laut dan Cagar Budaya	70
B. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Tempat pendidikan	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

(Sumber: KepMen LH RI No. 48 tahun 1996).

Sumber-sumber bising menurut Prasetio (1985) dapat bersumber dari:

- a. Bising interior yaitu sumber bising yang bersumber dari manusia, alat-alat rumah tangga, atau mesin-mesin gedung.
- b. Bising outdoor yaitu sumber bising yang berasal dari lalu lintas, transportasi, industri, alat-alat mekanis yang terlihat dalam gedung, tempat-tempat pembangunan gedung, perbaikan jalan, kegiatan olahraga dan lain-lain di luar ruangan atau gedung.

2.2.5 Gangguan Kebisingan

Menurut Bintoro tahun 2010, kebisingan dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia yang terpapar dan dapat dikelompokkan secara bertingkat sebagai berikut:

a. Gangguan Fisiologis

Seseorang yang terpapar bising dapat mengganggu, lebih-lebih yang terputus-putus atau yang datangnya tiba-tiba dan tak terduga. Gangguan dapat terjadi seperti, peningkatan tekanan darah, peningkatan denyut nadi, basa metabolisme, kontraksi pembuluh darah kecil, dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris, serta dapat menurunkan kinerja otot.

b. Gangguan Psikologis

Seseorang yang terpapar bising dapat teganggu kejiwaanya, berupa stres, sulit berkonsentrasi dan lain-lain, dengan akibat mempengaruhi kesehatan organ tubuh yang lain.

c. Gangguan komunikasi

Yaitu gangguan pembicaraan akibat kebisingan sehingga lawan bicara tidak mendengar dengan jelas. Untuk rnengatasi pembicaraan perlu lebih diperkeras bahkan berteriak.

d. Gangguan keseimbangan

Kebisingan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan gangguan keseimbangan yang berupa kesan seakan-akan berjalan di ruang angkasa.

e. Ketulian

Diantara sekian banyak gangguan yang ditimbulkan oleh kebisingan, maka gangguan yang paling serius adalah ketulian. Ketulian akibat bising ada tiga macam yaitu, tuli sementara, tuli menetap, trauma akustik.

Sumber bising ialah sumber bunyi yang kehadirannya dianggap mengganggu pendengaran baik dari sumber bergerak maupun tidak bergerak. Umumnya sumber kebisingan dapat berasal dari kegiatan industri, perdagangan, pembangunan, alat pembangkit tenaga, alat pengangkut dan kegiatan rumah tangga. Di industri, sumber kebisingan dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu mesin, vibrasi, pergerakan udara, gas dan cairan (Bintoro dkk., 2010).

2.2.6 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan upaya untuk menciptakan suasana bekerja yang aman, nyaman dan mencapai tujuan yaitu produktivitas setinggi-tingginya. Kesehatan dan Keselamatan Kerja sangat penting untuk dilaksanakan pada semua bidang pekerjaan tanpa terkecuali proyek pembangunan gedung seperti apartemen, hotel, mall dan lain-lain, karena penerapan K3 dapat mencegah dan mengurangi resiko terjadinya kecelakaan maupun penyakit akibat melakukan kerja. Semakin besar pengetahuan karyawan akan K3 maka semakin kecil terjadinya resiko kecelakaan kerja, demikian sebaliknya semakin minimnya pengetahuan karyawan akan K3 maka semakin besar resiko terjadinya kecelakaan kerja (Waruwu & Yuamita, 2016).

Terjadinya kecelakaan kerja dimulai dari disfungsi manajemen dalam upaya penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), ketimpangan tersebut menjadi penyebab dasar terjadinya kecelakaan kerja. Dengan semakin meningkatnya kasus kecelakaan kerja dan kerugian akibat kecelakaan kerja, serta meningkatnya potensi bahaya dalam proses produksi, dibutuhkan pengelolaan K3 secara efektif, menyeluruh, dan terintegrasi dalam manajemen perusahaan. Faktor penyebab kecelakaan kerja disebabkan oleh faktor manusia (*unsafe human acts*), berupa tindak perbuatan manusia yang tidak mengalami keselamatan seperti tidak memakai Alat Pelindung Diri (APD), bekerja tidak sesuai prosedur, bekerja sambil bergurau, menaruh alat atau barang tidak benar, sikap kerja yang tidak benar, bekerja di dekat, alat yang berputar, kelelahan, kebosanan dan sebagainya (Waruwu & Yuamita, 2016).

Selain faktor manusia juga disebabkan faktor lingkungan (*unsafe condition*), berupa keadaan lingkungan yang tidak aman, seperti mesin tanpa pengaman, peralatan kerja yang sudah tidak baik tetapi masih dipakai, penerangan yang kurang memadai, tata ruang kerja tidak sesuai, cuaca, kebisingan, dan lantai kerja licin. Pengendalian risiko yang dapat dilakukan pada risiko terjadinya kecelakaan kerja adalah inspeksi K3 harian untuk pemakaian APD (Alat Pelindung Diri) lengkap, memperketat pengawasan manajemen terhadap pekerja yang tidak memakai alat pelindung diri,

menyediakan dan melengkapi rambu-rambu keselamatan di proyek konstruksi (Sepang, 2013). Hal ini sesuai dengan undang-undang No. I tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja. Pemberian APD pada karyawan harus diikuti dengan prosedur dasarnya dan diinformasikan akan bahaya yang diakibatkan serta dilatih bagaimana cara memakai serta merawat yang benar (Waruwu & Yuamita, 2016).

Pentingnya pengamatan dan pengawasan kebisingan adalah dengan membuat rencana pengendalian kebisingan. Rencana pengendalian dapat dilakukan dengan pendekatan melalui perspektif manajemen risiko kebisingan. Manajemen risiko yang dimaksud adalah suatu pendekatan yang logik dan sistemik untuk mengendalikan risiko yang mungkin timbul. Pada pengendalian kebisingan dengan orientasi jangka panjang secara berurutan adalah eliminasi sumber kebisingan, pengendalian secara teknik, pengendalian secara administratif dan terakhir penggunaan alat pelindung diri (Ramdan dkk., 2007).

Orientasi jangka pendek adalah sebaliknya secara berurutan. Eliminasi sumber kebisingan, tahap eliminasi sumber kebisingan dilakukan dengan 2 cara yaitu mengurangi sumber bunyi, pertama dengan cara memeriksa semua proses produksi dan menghilangkan kebisingan tersebut dengan mengubah salah satu atau lebih operasi. Kedua, pembagian ruang kerja, dengan tujuan untuk mengurangi intensitas kebisingan yang ditimbulkan dari proses produksi tiap-tiap pekerja. Dengan adanya pembagian ruang kerja, pembatas antara pekerja dan mesin akan berjarak sehingga intensitas kebisingan menurun sehingga produktivitas pekerja meningkat (Ramdan dkk, 2007).

Selain itu dapat dilakukan redesain landasan mesin dengan bahan anti getaran. Namun demikian teknik ini memerlukan biaya yang sangat besar sehingga dalam prakteknya sulit diimplementasikan. Intensitas kebisingan tinggi mengakibatkan menurunnya produktivitas kerja, pemasangan peredam suara dapat menurunkan intensitas kebisingan sehingga produktivitas kerja meningkat (Widiastuti, 2011).

Apabila pengendalian secara teknik belum memungkinkan untuk dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah merencanakan teknik pengendalian secara administratif

(Tarwaka dkk., 2004). Dengan menggunakan Alat Pelindung Diri yang digunakan untuk kebisingan yaitu Alat Pelindung Telinga (APT) yang terdiri dari *Ear Plug*. Alat pelindung jenis ini digunakan untuk mengurangi intensitas suara yang masuk ke dalam telinga dengan mengecek noise reduction rating (NRR) dari APT yang digunakan.

2.2.7 Website

Pengertian *website* yaitu, “*Website*” atau disingkat *web*, dapat diartikan sekumpulan halaman yang terdiri atas beberapa laman yang berisi informasi dalam bentuk data digital, baik berupa teks, gambar, video, audio, dan animasi lainnya yang disediakan melalui alur koneksi internet (Abdullah dkk., 2016). Sedangkan menurut (Yuhefizar, 2016) menyatakan *Website* adalah keseluruhan halaman-halaman *web* yang terdapat dari sebuah domain yang mengandung informasi. Sebuah *website* biasanya dibangun atas banyak halaman *web* yang saling berhubungan.

Kemudian menurut (Doni & Rahman, 2020) *Website* adalah sekumpulan dokumen yang berada pada *server* dan dapat dilihat oleh *user* dengan menggunakan *browser*. Dokumen itu bisa terdiri dari beberapa halaman. Tiap-tiap halamannya memberi informasi atau interaksi yang beraneka ragam. Informasi atau interaksi yang beraneka ragam. Informasi dan interaksi itu bisa berupa tulisan, gambar atau bahkan dapat ditampilkan dalam bentuk video, animasi, suara, dan lain-lain.

Pengertian *website* menurut (Hakim, 2004) adalah fasilitas internet yang menghubungkan dokumen dalam lingkup lokal maupun jarak jauh. Dokumen pada *website* disebut dengan *web page* dan link dalam *website* memungkinkan pengguna bisa berpindah dari satu *page* ke *page* lain (*hyper text*), baik diantara *page* yang disimpan dalam *server* yang sama maupun *server* diseluruh dunia. *Pages* diakses dan dibaca melalui *browser* seperti *Netscape Navigator*, *Internet Explorer*, *Mozilla Firefox*, *Google Chrome* dan aplikasi browser lainnya.

Pengertian *website* menurut Hidayat adalah keseluruhan halaman-halaan web yang terdapat dalam sebuah domain yang mengandung informasi. Web memungkinkan

untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan memungkinkan sensor jaringan serta aktuator untuk memperoleh data juga mengelola kinerjanya sendiri (Hidayat, 2010). Sehingga mesin dapat berkolaborasi bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh melalui Interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung (Efendi, 2018).

2.2.8 Sensor Suara GY Max4466

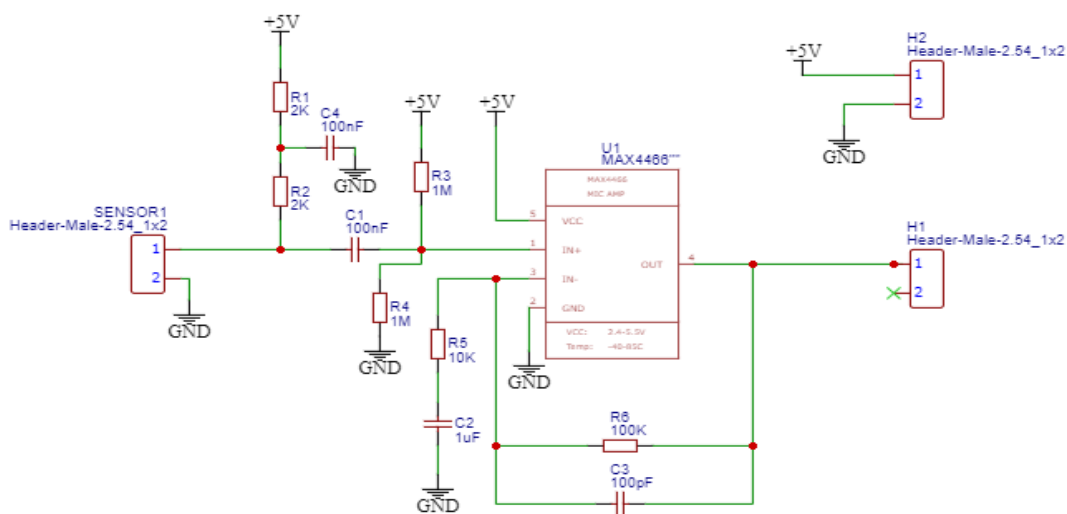
Sensor suara merupakan alat yang mampu mengubah sinusioda suara menjadi gelombang sinus energi listrik. Sensor ini bekerja berdasarkan besar kecil dari kekuatan gelombang suara yang mengenai membran sensor sehingga menyebabkan bergeraknya membran sensor yang terdapat dalam sebuah kumparan kecil dibalik membran tersebut. Karena kumparan tersebut adalah pisau, maka pada saat bergerak naik turun dapat membuat gelombang magnet yang mengalir terpotong-potong. Kecepatan dari gerak kumparan dapat menentukan kuat lemahnya gelombang listrik yang dihasilkannya. Komponen yang termasuk dalam sensor suara yaitu *electric condenser microphone* atau *mic condenser* (Theodorus dan Dringhuzen, 2018).



Gambar 2.1 Sensor Suara GY Max 4466

Sensor Suara GY-Max4466 adalah sebuah alat amplifier mikrofon elektronik yang memiliki frekuensi sampai 20KHz. selain dilengkapi dengan mikrofon, juga dilengkapi dengan Maxim MAX4466 yang bertugas untuk op-amplifier. Amplifier memiliki daya yang baik sehingga mampu mengurangi suara bising dan tentunya

tidak berisik. Modul ini sangat cocok digunakan untuk proyek seperti rekaman audio. Sistem kerja sensor suara adalah melalui gelombang suara yang masuk ke membran sensor menyebabkan bergeraknya membrane sensor yang juga terdapat kumparan kecil dibalik membran sehingga mengalami naik turun saat bergerak dan telah membuat gelombang magnet yang melewatinya terpotong-potong. Kecepatan gerakan kumparan menentukan kuat lemahnya gelombang listrik yang dihasilkan. Berikut merupakan skematik sensor gy max 4466 ditampilkan pada **Gambar 2.2**.



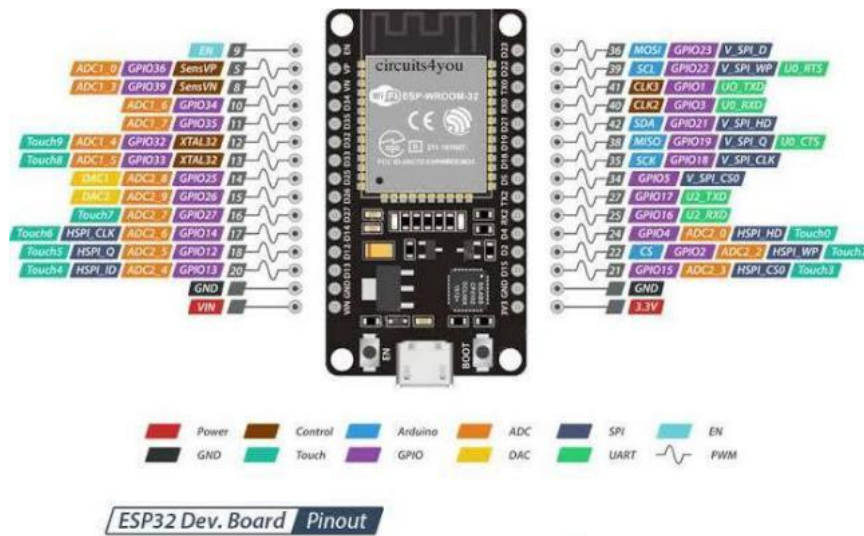
Gambar 2.2 Skematik Sensor Gy Max 4466.

Pada bagian belakang terdapat pot pengatur penguat/ *gain* sehingga dapat mengatur penguat mulai dari 25 kali – 125 kali. Spesifikasinya adalah *Power supply* 2.4-5.5VDC, Penolakan Rasio 112dB, Rasio Penolakan mode umum 126dB, AV0L 125dB (RL+100kΩ) *rail-to-rail Output*, *Gian Bandwidth* 600KHz, dan Dimensi 20.8 x 13.8 x7.5 (Oktavianus dkk., 2022).

2.2.9 ESP WROOM-32

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada *microcontroller* ini modul *WiFi* dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Terlihat pada **Gambar 2.2** merupakan pin *out* dari ESP32. Pin tersebut dapat

dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC.



Gambar 2.3 ESP WROOM 32 dan Bagian Pinnya.

Beberapa perbedaan ESP-32 dengan mikrokontroler lainnya ditampilkan pada tabel Perbedaan ESP-32 dengan Mikrokontroler lainnya. Berikut **Tabel 2.2** perbedaan ESP-32 dan mikrokontroler lainnya.

Tabel 2.2 Perbedaan ESP 32 dengan Mikrokontroler lainnya.

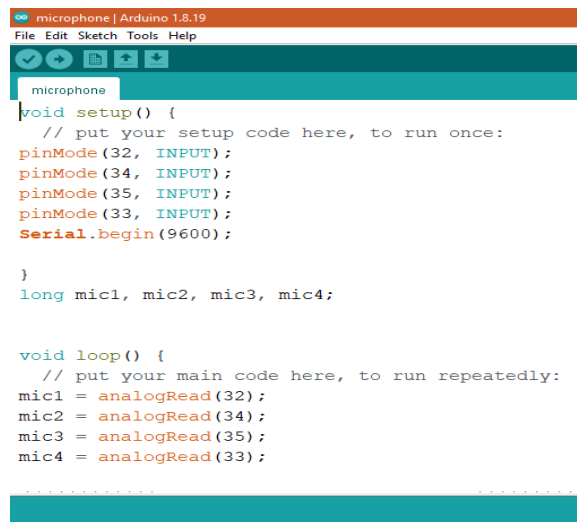
	Arduino UNO	Node MCU (ESP8266)	ESP-32
Tegangan	5 volt	3,3 volt	3,3 volt
Cpu	ATmega 328-16MHz	Xtensa single core L106-60 MHz	Xtensa dual core LX6- 160M Hz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
Flash memory	32 kb	16 mb	16 Mb
Sram	2kb	160 kb	512 kB
GPIO PIN (ADC/DCA)	14(6/-)	17(1/-)	36(18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Wifi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

Terlihat perbedaan yang menjadi keunggulan mikrokontroler ESP-32 dibanding dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin *out* nya yang lebih banyak, pin analog lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat *bluetooth* 4.0 *low energy*

serta tersedia *WiFi* yang memungkinkan untuk mengaplikasikan *Internet of Things* dengan mikokontroler ESP-32 (Imran & Rasul, 2020).

2.2.10 Software Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* dalam Arduino memiliki *prosesor Atmel AVR (Automatic Voltage Regulator)* dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri. Tampilan dari *software* Arduino dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



```

microphone | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
microphone
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(32, INPUT);
  pinMode(34, INPUT);
  pinMode(35, INPUT);
  pinMode(33, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
long mic1, mic2, mic3, mic4;

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  mic1 = analogRead(32);
  mic2 = analogRead(34);
  mic3 = analogRead(35);
  mic4 = analogRead(33);
}

```

Gambar 2.4 Tampilan *Software* Arduino

Software Arduino IDE merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*. *Integrated Development Environment (IDE)* ialah suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE Arduino terdiri dari :

- Editor program adalah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
- Compiler* merupakan sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner (bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami Bahasa *processing*). Digunakan untuk kompilasi sketch tanpa mengunggah keyboard. Dapat dipakai untuk pengecekan kesalahan kode sintaks sketch.

- c. *Uploader* merupakan sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* didalam papan Arduino. Digunakan untuk mengunggah kompilasi sketch ke board target. Pesan *error* akan terlihat jika *board* atau alamat *port COM* belum terkonfigurasi dengan benar (Oby, 2020).

Kode program Arduino dibuat menggunakan bahasa pemrograman C yang biasa disebut sketch. Program atau sketch yang sudah selesai ditulis bisa langsung di *compile* dan di *upload* ke Arduino board. Sketch dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok:

1. Header merupakan bagian yang biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program. Kode dalam bagian ini dijalankan hanya sekali pada waktu *compile*.
2. Setup merupakan awal program Arduino berjalan atau ketika *power on* Arduino board. Biasanya di bagian ini diisi penentuan dari suatu pin untuk digunakan sebagai *input* atau *output* (menggunakan perintah pin Mode). Jika difungsikan sebagai *output*, dapat mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkan. Apabila sebagai input, pin tersebut memiliki impedance yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan.
3. Loop Blok merupakan program apabila sudah sampai akhir blok. Maka bagian ini akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *power off* Arduino tersebut dimatikan. Selain setup dan *loop* blok di atas, pengguna dapat mendefinisikan sendiri blok fungsi sesuai kebutuhan (Ajjie, 2016).

2.2.11 Visual Studio Code (VS Code)

Visual Studio Code adalah sebuah teks editor ringan dan handal yang dibuat oleh *Microsoft* untuk sistem operasi *multiplatform*, artinya tersedia juga untuk versi linux, mac dan windows. Teks editor ini secara langsung mendukung bahasa pemrograman *javascript*, *typescript*, dan *node.js*, serta bahasa pemrograman lainnya dengan bantuan *plugin* yang dapat dipasang *via marketplace visual studio code* seperti *C++*, *C#*, *Python*, *Go*, *Java*, dst (Permana & Romadhon, 2019).

2.2.12 Python

Ada yang membedakan antara *Python* dengan bahasa pemrograman lain seperti *C/C++* dan *Java* yang memerlukan kompilasi terlebih dahulu untuk bisa dijalankan. *Python* merupakan *interpreted language* atau *scripting language* artinya kita tinggal menuliskan program kemudian langsung bisa menjalankannya tanpa harus mengompilasinya terlebih dahulu. Sebagai *interpreter Python* memiliki keuntungan misalnya kita tidak perlu secara eksplisit mendeklarasikan jenis variabel apakah *String* atau *integer*, layaknya bahasa pemrograman *compiler* seperti *C/C++* dan *Java*, karena *Python* sebagai bahasa pemrograman interpreter ia tidak memiliki file binary seperti halnya pada *C/C++* dimana kita bisa merahasiakan *source code*, dan cukup mendistribusikan *file binary* untuk bisa dijalankan. Di *Python*, *source code* adalah program itu sendiri yang bisa langsung dijalankan (Listartha dkk., 2017).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Desember 2022 sampai April 2023. Perancangan dan pembuatan alat serta pengambilan data dilakukan di Laboratorium Elektronika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung dan PDAM Way Rilau. Jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Bulan ke-)				
		1	2	3	4	5
1	Studi Literatur dan Pembuatan Proposal Penelitian	■				
2	Perancangan Sistem Monitoring dan <i>website</i>	■				
3	Pengujian dan Pengambilan Data				■	
4	Analisis hasil dan Pembuatan Laporan					■

3.2 Alat Dan Bahan

Penelitian ini memerlukan peralatan dan bahan untuk merancang sistem monitoring kebisingan berbasis *Website*. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Perangkat Alat dan Bahan

No.	Nama	Fungsi
1.	ESP WROOM 32	Digunakan untuk memproses data dan sebagai mikrokontroler
2.	Sensor Suara GY Max 4466	Digunakan untuk mendeteksi suara
3.	Jumper	Digunakan untuk menghubungkan rangkaian
4.	Kabel USB	Digunakan untuk menghubungkan rangkaian dengan laptop
5.	<i>Stepdown</i>	Digunakan untuk mengontrol arus ke mikrokontroler
6.	<i>Power supply</i>	Digunakan untuk menghantarkan arus
7.	Multimeter	Digunakan untuk mengukur nilai besaran
8.	<i>Sound level meter (SLM)</i>	Digunakan untuk perbandingan data rangkaian dan alat standar
9.	Laptop	Digunakan untuk monitoring data
10.	<i>Print Circuit board</i>	Digunakan untuk menyatukan rangkaian
11.	Jumper	Digunakan untuk menghubungkan antar dua atau lebih komponen elektronika

Komponen lainnya yang digunakan untuk merancang alat monitoring kebisingan berbasis *Website* adalah perangkat lunak, adapun perangkat lunak (*software*) ditampilkan pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3.3 Perangkat Lunak (*software*)

No.	Nama	Fungsi
1.	Arduino IDE	Digunakan untuk meng- <i>upload</i> program ke mikrokontroler ESP 32
2.	Fritzing	Digunakan untuk membuat sistem perancangan gambar alat
3.	<i>Visual Studio Code</i>	Digunakan untuk membuat <i>website</i> monitoring
4.	<i>SketchUp</i>	Digunakan untuk membuat desain alat
5.	<i>Microsoft Office Word 2010</i>	Digunakan untuk membuat laporan penelitian
6.	<i>Microsoft Office Excel 2010</i>	Digunakan untuk membuat dan mengolah data

3.3 Prosedur Penelitian

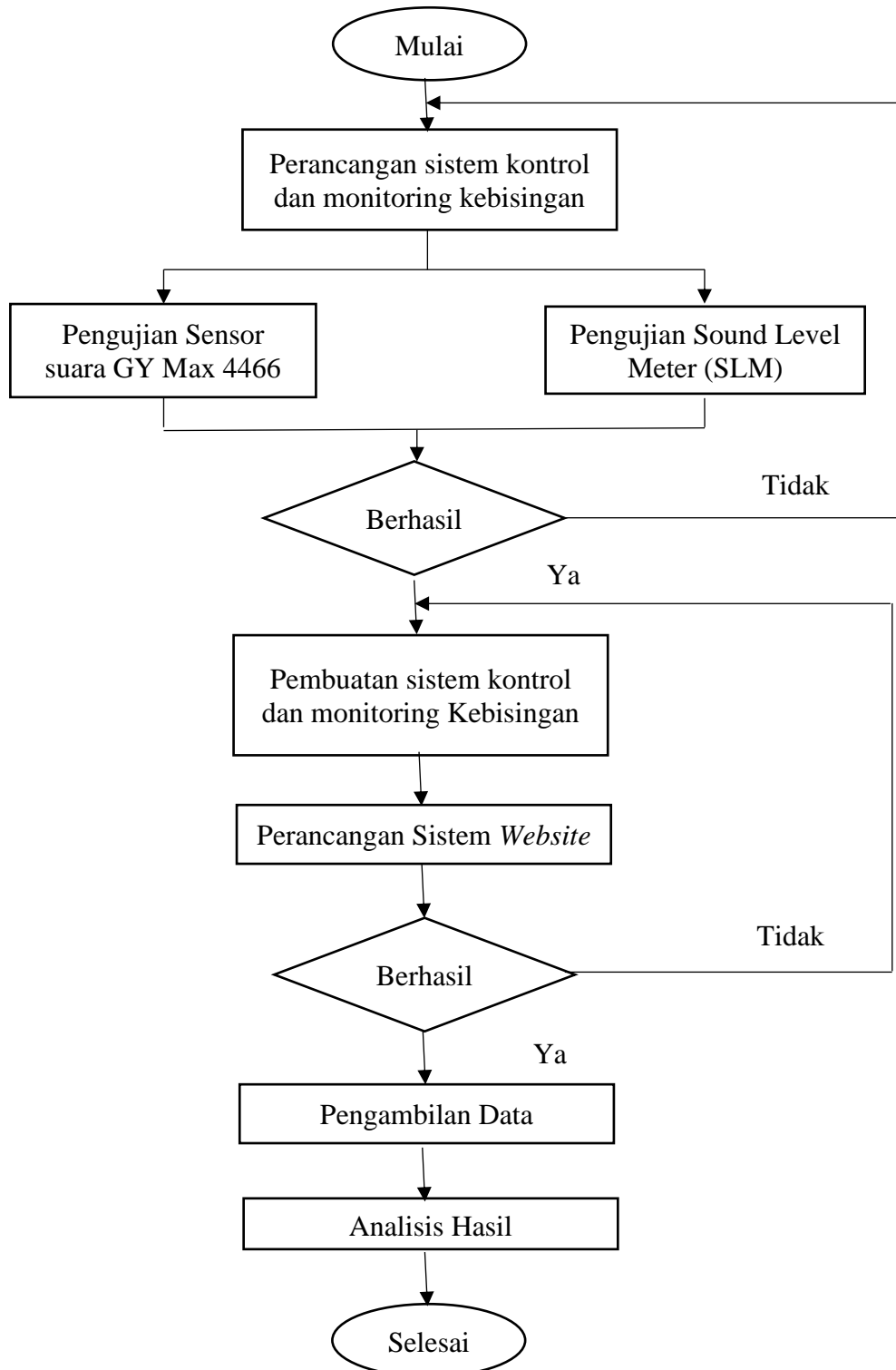
Penulis akan merealisasikan perancangan ini dalam beberapa tahapan pembuatan alat hingga selesai. Tahap awal yang harus dilakukan adalah mencari literatur yang berhubungan dengan perancangan alat dan membuat skematik rangkaian, dengan

membaca artikel atau jurnal yang berhubungan dengan alat kebisingan dapat membuat penulis lebih banyak mengetahui tentang alat yang akan di buat. Setelah membaca literature selanjutnya membuat perancangan alat berbentuk skematik alat melalui *software fritzing* agar mempermudah penulis dalam merancang perangkat keras (*hardware*). Selanjutnya penulis membuat perancangan alat kebisingan dengan komponen-komponen yang sudah disiapkan seperti menghubungkan *power supply* ke *stepdown*, lalu menghubungkan *power supply*, *stepdown* yang sudah disatukan ke mikrokontroler ESP *WROOM 32*, selanjutnya menghubungkan sensor suara ke mikrokontroler sesuai dengan pin GPIO mikrokontroler.

Kemudian setelah merangkai alat, penulis harus mengkalibrasi alat dengan tujuan untuk mengetahui kondisi dan respon sensor terhadap parameter uji saat pengambilan data. Setelah itu membuat rancangan program (*software*). Perancangan program (sistem kontrol) menggunakan 2 *software* yaitu *Arduino IDE* dan *VSCode*, sistem kontrol ini berfungsi sebagai pengaktifan alat dan memonitoring alat secara *realtime* berbasis *Website*.

Penggunaan program sangat penting karena alat dapat di kontrol melalui pemrograman yang penulis buat. Selain itu pemrograman juga berfungsi agar alat bisa memonitoring di dalam website berbasis *Website*. Selanjutnya ketika semua alat sudah siap penulis menaruh sensor suara yang ada pada rangkaian ke beberapa titik yang mengarah ke sumber kebisingan. Setelah melaksanakan tahapan di atas maka dilakukan pengambilan data. Pengambilan data dilakukan secara berurutan dan teratur, dari mulai menentukan lokasi, titik tempat pengambilan data dan menentukan variasi jarak dari sumber kebisingan ke pekerja. Setelah pengambilan data dilakukan selanjutnya, memonitoring data dan melakukan analisis data dengan memastikan nilai % dari akurasi dan *error*, pada rangkaian dan alat.

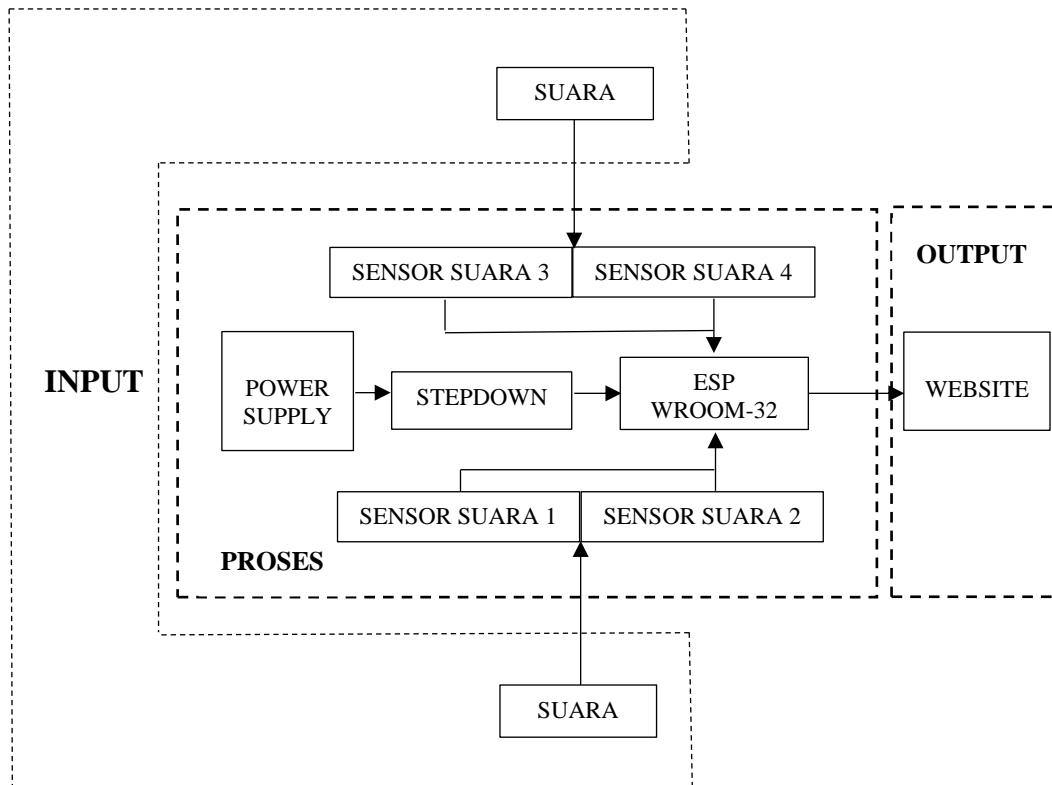
Secara keseluruhan tahapan yang dilakukan dalam penelitian alat kebisingan ini disajikan dalam diagram alir seperti **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.3.1 Perancangan Sistem

Hardware yang dirancang sebagai alat untuk monitoring kebisingan dengan menggunakan multi sensor suara Max 4466 sebagai rangkaian *input*, *ESP WROOM-32* sebagai proses kemudian ditransfer ke *web server* sebagai *output*. Berikut diagram blok perancangan sistem disajikan pada **Gambar 3.2**.

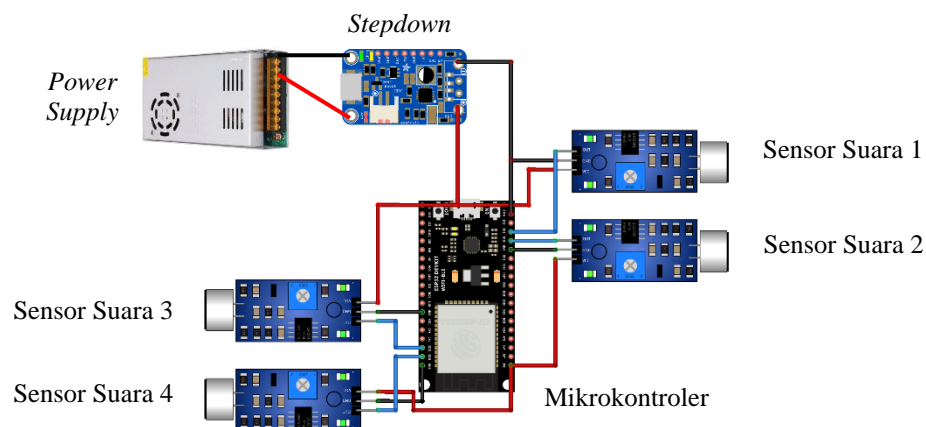


Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem

Pada **Gambar 3.2** Diagram Blok Perancangan sistem menjelaskan bahwa suara (input) yang terdapat di dalam pabrik atau ruangan akan diterima oleh sensor suara. Ketika suara sudah di terima oleh sensor, kemudian input lalu di ubah ke dalam bentuk digital berupa level kebisingan yang akan di proses oleh *ESP WROOM-32*. Tapi sebelum itu rangkaian mikrokontroler terlebih dahulu dipasangkan *stepdown* agar arus yang masuk dari *power supply* bisa terkontrol. Kemudian keluaran dari mikrokontroler diteruskan ke laptop dan ditampilkan di *website* monitoring berbasis *Website*.

3.3.2 Skematik Rangkaian

Pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor suara GY Max 4466 untuk mendeteksi kebisingan dan menggunakan mikrokontroler ESP WROOM-32 sebagai proses data. Rangkaian sensor yang digunakan ditampilkan pada **Gambar 3.3**.

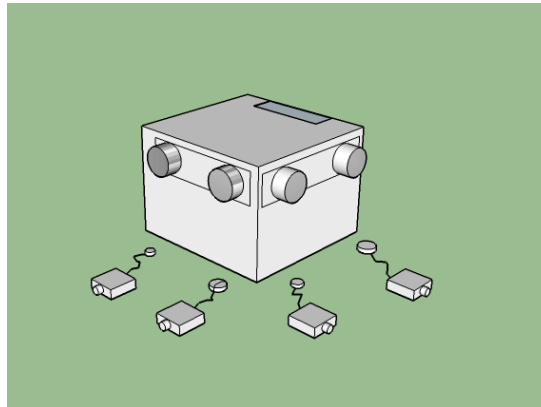


Gambar 3.3 Rangkaian Sensor

Gambar 3.3 merupakan bentuk skematik rangkaian dari alat sistem monitoring yang akan dibuat. Sebelum pin pada setiap sensor dihubungkan terlebih dahulu hubungkan *power supply* ke *stepdown*, lalu *ground (-)* *stepdown* dihubungkan pada *ground* mikrokontroler, dan *Vcc (+)* dihubungkan ke *Vin* mikrokontroler, *stepdown* berfungsi sebagai pengontrol arus dari *power supply* ke mikrokontroler agar arus yang masuk bisa sesuai dengan masukkan mikrokontroler yaitu 3V-5V. Selanjutnya pin pada setiap sensor suara akan dihubungkan ke mikrokontroler ESP WROOM-32. Diawali dengan memasang ESP WROOM-32 ke *breadboard*, selanjutnya memasang Pin *gnd (ground)* pada sensor suara GY Max 4466 lalu di hubungkan ke *ground* pada mikrokontroler menggunakan jumper, kemudian menghubungkan pin *Vcc* sensor ke pin *Vin* mikrokontroler, dan terakhir menghubungkan pin *output* pada sensor ke pin GPIO mikrokontroler.

3.3.3 Desain Alat Kebisingan

Pada penelitian ini desain alat kebisingan di buat menggunakan aplikasi *sketchup* dengan model tampilan 3d disajikan dalam **Gambar 3.4.**



Gambar 3.4. Desain Alat Kebisingan

Desain alat pada penelitian ini akan di realisasikan dalam bentuk material berupa akrilik. Kerangka akrilik akan dipotong terlebih dahulu sesuai ukuran dari komponen alat, setelah itu akrilik di dibengkokkan dengan cara dipanaskan terlebih dahulu lalu di cocokkan dengan komponen alat. Setelah itu kita buat lubang pada akrilik dengan cara di bor, lubang akrilik ini di buat 4 lubang pertama karena menyesuaikan dengan desain dan ukuran port untuk sensor suaranya. Kemudian membuat lubang lagi sebagai penyambung kabel USB dan kabel *power supply* serta rumah PCB. Setelah selesai maka desain alat akan berbentuk nyata dan sudah bisa digunakan.

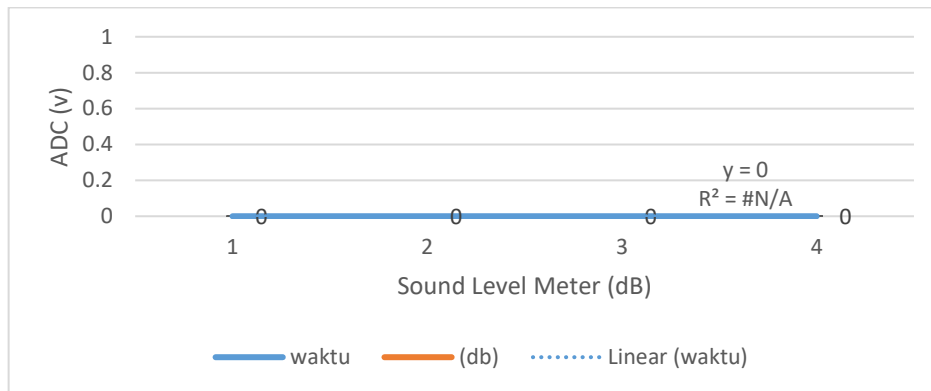
3.4 Pengujian Alat dan Pengambilan Data

Proses pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan cara menjalankan seluruh sistem baik *hardware* maupun *software*. Sebelum menjalankan alat secara keseluruhan, dilakukan pengujian terhadap *Sound Level Meter (SLM)* sebagai kalibrator alat. Pengujian SLM dilakukan sebanyak 3 kali dengan keluaran dB ketika sensor mendeteksi suara. Berikut output sensor suara GY Max4466 dan *sound level meter* sebagai kalibrasi alat pada **Tabel 3.4.**

Tabel 3.4 Kalibrasi Sensor Suara Max 4466 dan SLM

No.	Sensor Suara Max 4466 (ADC)			RATA- RATA	SLM (dB)			RATA- RATA
	1	2	3		1	2	3	
1								
2								
3								
4								
5								

Setelah melakukan kalibrasi alat dan mencari rata-rata pada keluaran sensor dan SLM selanjutnya membuat grafik dari hasil rata-rata keluaran sensor suara dan SLM. Berikut grafik keluaran *sound level meter* sebagai kalibrasi alat dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.

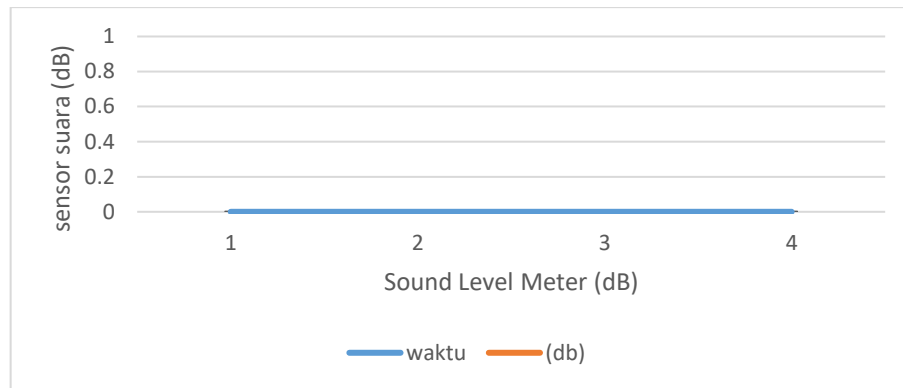
**Gambar 3.5** Grafik Kalibrasi Sensor Gy Max 4466

Selanjutnya pengujian terhadap *sound level meter* dan sensor suara Max 4466 dengan keluaran dB. Berikut merupakan tabel sensor suara dan alat dengan hasil keluaran dB ditunjukkan pada **Tabel 3.5**.

Tabel 3.5 Perbandingan Nilai Sensor dan Alat Standar

No	Sensor Suara GY Max4466 (dB)	Sound Level Meter (dB)
1		
2		
3		
4		
5		

Setelah mendapatkan data dari sensor dan alat kalibrator selanjutnya akan di buat grafik keluaran sensor yang ditunjukkan pada **Gambar 3.6**.



Gambar 3.6 Grafik Keluaran Sensor Suara GY Max 4466 dan SLM

Setelah pengambilan data kalibrasi untuk memonitoring kebisingan, selanjutnya masukkan data perbandingan antara sensor suara SLM dan rangkaian. Rancangan tabel untuk data perbandingan nilai *error* dan akurasi dapat dilihat pada **Tabel 3.6**.

Tabel 3.6 Data Pengujian Sistem Monitoring Kebisingan

No	System monitoring kebisingan (dB)		Akurasi (%)	Error	Error (%)
	<i>Sound Level Meter</i>	Rangkaian Alat			
1					
2					
3					
4					

Pengujian sistem monitoring ini dilakukan dengan batas tingkat kebisingan dB. Setelah itu menghitung nilai akurasi tingkat kebisingan dengan **Persamaan 3.1** dan **Persamaan 3.2**.

$$Akurasi (\%) = \left(1 - \left|\frac{Y-X_n}{Y}\right|\right) \times 100\% \quad (3.1)$$

$$Error (\%) = \left|\frac{Y-X_n}{Y}\right| \times 100\% \quad (3.2)$$

dengan,

Y : Nilai Parameter Referensi / Standar;

X_n : Nilai Parameter Terukur (ke- n pada sensor);

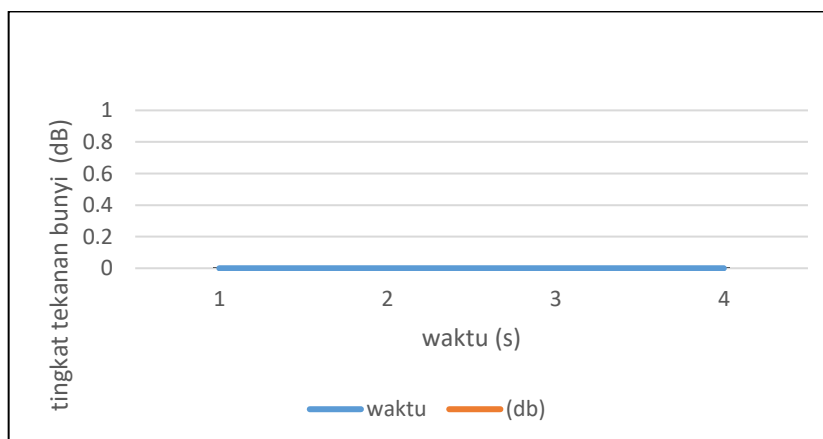
\bar{X}_n : Nilai Rata-rata Keseluruhan n Parameter pada sensor (Arkudanto, 2018).

Setelah sensor bekerja dengan baik selanjutnya dilakukan pengambilan data dengan variasi waktu yang sudah di tentukan dengan tingkat kebisingan dB. Rancangan tabel untuk data pengujian sistem monitoring dapat dilihat pada **Tabel 3.7**.

Tabel 3.7 Data Hasil Pengujian Waktu Terhadap Tingkat Intensitas bunyi

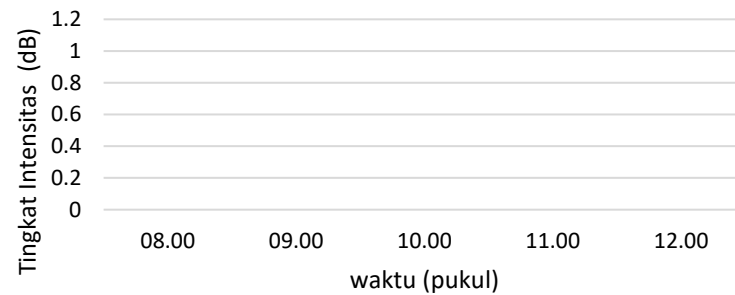
No.	Waktu(s)	Pengujian tingkat tekanan bunyi (dB) Sensor ke			
		1	2	3	4
1	18s				
2	36s				
3	54s				
4	72s				
5	90s				

Berdasarkan data dari hasil pengujian waktu terhadap tekanan bunyi maka dihasilkan grafik pengukuran waktu terhadap tekanan bunyi (dB), disajikan pada **Gambar 3.7**.



Gambar 3.7 Grafik Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Bunyi (dB)

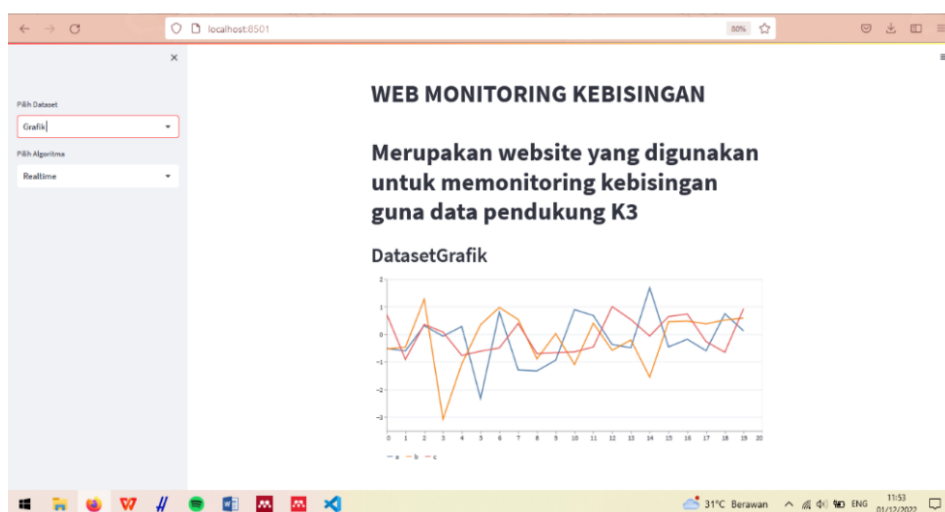
Data yang diperoleh yaitu tingkat kebisingan (dB). Data pengamatan pada penelitian akan diambil pada waktu 4 jam dari pukul 08.00-12.00 WIB. Selanjutnya akan terlihat aktivitas pada 4 jam dari data monitoring tingkat kebisingan. Rancangan data dari tabel hasil monitoring selama 4 jam disajikan pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3.8 Grafik Monitoring Kebisingan (dB).

3.5 Monitoring Kebisingan Berbasis *Website*

Setelah melakukan pengambilan data selanjutnya memonitoring kebisingan. Monitoring kebisingan dilakukan berbasis *website*, dengan membuat *website* monitoring data ditampilkan secara *realtime* di dalam *website*. Berikut *template website* monitoring kebisingan disajikan pada **Gambar 3.9**.



Gambar 3.9 Template *Website* Monitoring Kebisingan

Website ini dibuat menggunakan aplikasi editor yaitu *VScode* dan menggunakan Bahasa pemrograman *python* dan ditampilkan melalui *framework python* yaitu *streamlit*. Pada website monitoring ini dapat menampilkan opsi yang kita tuliskan di dalam kodingan seperti datasets grafik monitoring kebisingan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan berikut.

1. Alat monitoring kebisingan telah dirancang untuk mendeteksi kebisingan dengan tingkat akurasi rata-rata 97,07% dan tingkat rata-rata *Error* sebesar 2,93%. Sistem ini mampu memonitoring tingkat kebisingan dengan satu server di lingkungan kerja dan mampu diukur secara *realtime*.
2. Nilai tingkat kebisingan yang dihasilkan dari ruangan pompa PDAM Way Rilau tergolong tinggi/bahaya karena sudah melebihi nilai batas ambang kebisingan yaitu 70 dB.

5.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu dalam sistem dapat menggunakan akses domain bukan *localhost* agar jangkauan dapat lebih luas dan dapat di akses walaupun tidak berada di lingkungan kerja. Para pekerja bergantian untuk berjaga setidaknya 3 shif dalam sehari agar tidak terpapar kebisingan lebih dari 8 jam secara terus menerus, untuk mengurangi dan mencegah dampak negatif dari kebisingan disarankan menggunakan alat pelindung diri berupa *ear plug* untuk mencegah adanya gangguan kesehatan yang di sebabkan oleh suara bising tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, D., Jayaraman, K., & Kamal, S. B. M. (2016). *A Conceptual Model of Interactive Hotel Website: The Role of Perceived Website Interactivity and Customer Perceived Value Toward Website Revisit Intention*. *Procedia Economics and Finance*, 37.
- Adnan, Yulinar. 2006. The Measurement of Noise Level Intensity At Inderalay Campus. *Jurnal Penelitian Sains*, 1(19),6 - 15.
- Ajjie, S. 2016. *Mudah Belajar Mikrokontroller dengan Arduino*. Penerbit Widya Media. Bandung.
- Angga. 2018. *Indikator Tingkat Kebisingan di Dalam Ruangan Bengkel Berbasis Arduino*. *Teknik Informatika Fakultas Teknik*, 01(01), 1-11.
- Amarta.S., Putrada,A.G., dan Suwastika. N. A. 2019. Asesmen Kebisingan di Open Library Telkom University Menggunakan Sistem Monitoring Suara Berbasis IoT.*e-Proceeding of Engineering*, 6(01), 2057-2064.
- Amir,J., Wahyuni,I., & Ekawati. 2019. Hubungan Kebisingan, Kelelahan Kerja Dan Beban Kerja Mental Terhadap Stres Kerja Pada Pekerja Bagian Body Rangka PT.X. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 354-350.
- Arkundato, A. 2018. Pengukuran dan Ketidakpastian. *Modul Fisika*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Bari, F., Pauzi, G.A., Supriyanto, A., dan Warsito. 2016. Perancangan Alat Deteksi Pola Perambatan Suara dengan Metode Multi Titik Menggunakan Komunikasi Protokol TCP/IP WIZ110SR Studi Kasus: Ruang Ibadah Masjid Al Wasi'i Universitas Lampung. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 4(2), 15-20.
- Bintoro, W. A., Rimantho, D., Cahyadi, B., Simamora, M. Nur Ali Ramadhan, Astin, W., Mulyadi, A., Suyanto, & Harwanti, N. (2010). Analisis Kebisingan Terhadap Karyawan Di Lingkungan Kerja Pada Beberapa Jenis Perusahaan. *Skripsi*, 10(1), 21–27.
- Doni, R., & Rahman, M. 2020 Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 4(2), 516-522.

- Efendi, Y. 2018. *Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. Jurnal Ilmiah Imu Komputer*, 4(1), 19-26.
- Gani. 2018. Hubungan antara Kebisingan di Tempat Kerja dengan Kualitas Tidur pada Pekerja Pabrik Kayu PT. Muroco Jember. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 4(2), 72-76.
- Hakim, L. 2004. *Modul Pemrograman Web*. Jakarta
- Handoko, J. P. S.hid. 2010. Pengendalian Kebisingan pada Fasilitas Pendidikan Studi Kasus Gedung Sekolah Pascasarjana UGM Yogyakarta. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 2(1), 32-42.
- Hidayat. 2010. Pemanfaatan Sistem Informasi Perpustakaan Digital Berbasis Website. *Indonesia Jurnal on Software Engineer*, 1(1), 1-6.
- Hidayat,A.D., Sudibya , B., dan Wuluyo,C. 2019. Pendeteksi Tingkat Kebisingan berbasis *Internet of Things* sebagai media kontrol Kenyamanan Ruang Perpustakaan. *AVITEC*, 1(1), 99-109.
- Imran, A., & Rasul, M. 2020. *Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32*, 17(2), 73-79.
- Indrani, H.C., Ekasiwi,S.N.N., dan Asmoro, W.A. 2007. Analisis Kinerja Akustik Pada Ruang Auditorium Multifungsi. *Jurnal Dimensi Interior*, 5(1), 1-11.
- Jamaludin, J., Suriyanto, S., Adiansyah, D., Sholachuddin A, M., & Sucahyo, I. (2014). Perancangan Dan Implementasi Sound Level Meter (Slm) Dalam Skala Laboratorium Sebagai Alat Ukur Intensitas Bunyi. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 4(1), 2-46.
- Jumining. 2017. Taraf Intensitas Bunyi Kendaraan Bermotor Di Jalan Raya Pada Aktivitas Pengukuran Siang Hari. *Jurnal Taraf Intensitas Kendaraan Bermotor di Jalan*, 14(2), 112-117.
- Jmr.Syamsul, dan Widianti, S.Y. 2018. Rancang Bangun Pengontrolan dan Monitoring Kebisingan Ruangan Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 8535. *Journal of Electrical Technology*, 3(1), 22-26.
- KEPMENKES RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002. Tentang *Penyehatan Lingkungan Kerja Kantoran*.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Standar Kebisingan di Indonesia. Menteri Negara Lingkungan Hidup. No.48 Tahun 1996. Jakarta
- Kharis. 2013. *Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebisingan sebagai Media Kontrol Kenyamanan Ruang Perpustakaan*. Fakultas Sains dan Teknologi

Yogyakarta.

Kuswana, WS. 2017. Ergonomi dan K3: *Kesehatan Keselamatan Kerja*. Cet 1. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.

Listartha. I M. E., Apriyani. K. F., Pramarta. I G. W., Putra. I G. K. K., Nirawan. I W. S., Rusdiyati.S., Indrawan.G., dan Aryanto. K. Y. E. (2017). *IoT- Parking Lot Detection Based on Image Processing*. *Jurnal Sistem Dan Informatika*, 12(1), 168-176.

Mayasari, D., & Khairunnisa, R. 2017. Pencegahan Noise Induced Hearing Loss pada Pekerja Akibat Kebisingan. *Jurnal Argomed Unila*, 4(2), 11-16.

Nurwati. 2018. Pendeteksi tingkat kebisingan dan pemberian peringatan pada perpustakaan berbasis arduino. *Seminar Nasional Raya (SENAR)*. Diakses di Kisaran, Asahan, Sumut 03 september 2018. ISSN: 2622-9986, 295-298.

Oby, 2020. *Pemrograman Dasar Arduino*. Indobot Academy. Yogyakarta.

Oktavianus, J. M., soetedjo A., Widodo, K. A. 2022. Rancang Bangun Sistem Pendeteksi kebisingan Knalpot Pada Kendaraan Bermotor Sesuai Aturan yang Berlaku untuk membantu kinerja kepolisian berbasis *Internet Of Things*. *Jurnal Seminar Hasil Elektro S1 ITN Malang*, 2(0), 1-6.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/Men/X/2011. *Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 28. 2014. *Tentang Tata cara pembuatan dan Pengesahan Peraturan Perusahaan serta Pembuatan dan Pendaftaran Perjanjian Kerja Bersama*.

Permana. A.Y., dan Romadhon. P. 2019. Perancangan Sistem Informasi Penjualan Perumahan Menggunakan Metode Sdlc Pada Pt. Mandiri Land Prosperous Berbasis Mobile. *SIGMA – Jurnal Teknologi Pelita Bangsa*, 10(2), 153-167.

Prasetio, L. 1985. *Akustik Lingkungan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Erlangga. Jakarta.

Ramdan, Iwan, dan pramita. 2007. Dampak Giliran Kerja, Suhu dan Kebisingan terhadap Perasaan Kelelahan Kerja si PT LJP Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Universitas Mulawarman*. Samarinda.

Ramdan, Iwan, dan pramita. 2014. Hubungan Paparan Kebisingan Dengan Gangguan Psikologis, Gangguan Komunikasi, dan Tekanan Darah Pada Tenaga Kerja PLTD Kasamarinda Tahun 2014, *Jurnal Bandung: FKM Unisba*. Diakses dari prosiding.lppm.unisba.ac.id index.php/sains/pdf.

Rezki, D. 2017. *Rancang bangun alat ukur tingkat kebisingan suara dengan sound*

sensor MIC Berbasis Arduino. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Saripudin, A dkk. 2009. *Praktis Belajar Fisika Jakarta*: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Sepang. 2013. *Sikap Dan Tingkah Laku Yang Tidak Aman Di Lingkungan Kerja*. Grasindo. Jakarta.
- Susanto,A., Haztinanto,M.N., dan Sudaryanto. 2022. Rancang Bangun Internet of Things (IoT) Monitoring Aquascape Berbasis Android. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 12(1).423-430.
- Tarwaka, Bakri, S.,H.,A., dan Sudiajeng, L. 2004. *Buku Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA PRESS. Surakarta.
- Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J. Mamahit, S. R. U. . S. 2018. Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 183–188.
- Utami, DS. Desy, dan sari .2020. *Pedoman Dukungan Kesehatan Jiwa dan Psikososial Pada Masa Pandemi Covid-19. Edisi ke-1*. Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Masalah Kesehatan Jiwa dan Napza, Direktorat Jendral Pencegahan dan Pengendalian Penyakit. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta. Diakses pada April 2020.
- Waruwu, S., & Yuamita, F. 2016. Analisis Faktor Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Yang Signifikan Mempengaruhi Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Apartement Student Castle. *Jurnal Spektrum Industri*, 14(1), 63-78.
- Widiaastuti. 2011. *Tes dan Pengukuran Olahraga*. PT Bumi Timur Jaya. Jakarta.
- WHO. *World Health Statistic Report 2010*. Geneva: *World Health Organization*; 2010.
- WHO. *World Health Statistic Report 2015*. Geneva: *World Health Organization*; 2015.
- Yuberti. 2013. *Konsep Materi Fisika Dasar 2*. Anugrah Utama Raharja (AURA). Lampung.
- Yuhefizar. 2016. Pengertian Website menurut Para Ahli | Situs Berita Pendidikan. *28 February 2016*.