

**PROTOTIPE SISTEM PENGUKUR TINGKAT KEBISINGAN
BUNYI DENGAN ARDUINO UNO DAN WIFI BERBASIS IoT**



MUTHI WINASWARNA

5215117032

**Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2017

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Drs. Wisnu Djatmiko, M.T</u> (Dosen Pembimbing I)		30/1 2017
<u>Dr. Baso Maruddani, M.T</u> (Dosen Pembimbing II)		31/1 -17

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Dr. Moch. Sukardjo, M.Pd.</u> (Ketua)		30-1-2017
<u>Drs. Jusuf Bintoro, MT.</u> (Sekretaris)		26-1-2017
<u>Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT</u> (Dosen Ahli)		30-1-2017

Tanggal Lulus : 9-1-2017

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya yang berjudul “ Prototipe Sistem Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi Dengan Arduino Uno dan Wifi Berbasis IoT” ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Januari 2017

Yang Membuat Pernyataan

Muthi Winaswarna
5215117032

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayahnya, sehingga skripsi dengan judul “Prototipe Sistem Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi Dengan Arduino Uno dan Wifi Berbasis IoT” yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektronika pada Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dapat diselesaikan.

Peneliti menyadari bahwa dalam mengerjakan skripsi ini ditemukan berbagai kesulitan. Oleh karena itu skripsi ini tidak akan terwujud dengan baik tanpa adanya bimbingan, dorongan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T, selaku ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT-UNJ.
2. Drs. Wisnu Djatmiko, M.T, selaku Dosen Pembimbing I.
3. Dr. Baso Maruddani, M.T, selaku Dosen Pembimbing II.
4. Drs. Nanang Arif Guntoro M.Si selaku Pembimbing Akademik.
5. Kedua Orang tua dan keluarga serta teman-teman yang senantiasa mendoakan atas keberhasilan dan kelancaran dalam studi.

Semoga segala kebaikan, keikhlasan, kesabaran dan doa yang telah diberikan kepada peneliti akan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Akhir kata, semoga skripsi peneliti dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Peneliti

Muthi Winaswarna
NIM : 5215117032

ABSTRAK

Muthi Winaswarna, *Prototipe Sistem Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi dengan Arduino UNO dan Wifi Berbasis IoT*. Skripsi. Jakarta, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2017. Dosen Pembimbing : Drs. Wisnu Djatmiko, M.T dan Dr. Baso Maruddani, M.T.

Tujuan penelitian skripsi adalah merancang, mengimplementasikan dan menguji prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi dengan Arduino UNO dan Wifi berbasis IoT (*Internet of Things*) dan menjadi informasi mengenai tingkat kebisingan yang efektif bagi masyarakat dan lingkungan. Penelitian skripsi dilakukan di Laboratorium Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penelitian dimulai dari Januari-Juni 2016. Penelitian ini menggunakan Metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) meliputi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, perbaikan desain dan uji coba produk.

Penelitian ini mengukur tingkat kebisingan bunyi dalam bentuk skala indikator kebisingan, tampilan angka dalam satuan desibel (dB) dan grafik berbasis IoT. Kebutuhan sistem yang diperlukan dalam penelitian ini adalah rangkaian mikrofon dan amplifier operasional (Op-Amp) yang dapat mengukur tingkat tekanan bunyi (Lp) dan Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq). Tampilan data yang digunakan dalam bentuk skala indikator, angka digital dan dalam bentuk grafik berbasis IoT.

Prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi dengan Arduino UNO dan Wifi berbasis IoT sudah berhasil dibuat dan sudah diuji. Prototipe sistem sudah dibandingkan dengan alat pengukur tingkat bunyi (*Sound Level Meter*) SLM Bruel & Kjaer tipe 2250 dengan tingkat kesalahan dalam persen (*error percentage*) : tingkat tekanan bunyi (Lp) = 4,24% dan tingkat kebisingan sinambung setara (Leq) = 1,80%. LCD 16x4 menampilkan hasil pengukuran dalam satuan desibel (dB) dan akan muncul tampilan "OVER" jika hasil pengukuran melebihi batas NAB. Untuk pengiriman data, prototipe mengirim data sensor melalui wifi ke dalam akun web IoT *Thingspeak.com* dan ditampilkan dalam bentuk grafik.

Kata Kunci : Arduino, IoT, Kebisingan, Mikrofon, Wifi

ABSTRACT

Muthi Winaswarna, *Noise Sound Level Meter Prototype System with Arduino UNO and Wifi IoT-based*. Bachelor Thesis. Jakarta, Electronic Engineering Education Minor Program, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta, 2017. Leading Lecturer: Drs. Wisnu Djatmiko, M.T and Dr. Baso Maruddani, M.T.

The purpose of this bachelor thesis is to design, implement and test a Noise Sound Level Meter Prototype System with Arduino UNO and Wifi IoT-based according to International Standards and give an effective information for the public and the environment. The bachelor thesis research conducted at the Laboratory of Electronic, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta. The research starts from January to June 2016. This research used a method of Research and Development include of the potential and problems, data collection, product design, design validation, design improvements and product trials.

This research measured the noise levels of sound in the form of noise indicator scale, the number display in decibels (dB) and chart-based IoT. The system in this research required the microphone and operational amplifier (Op-Amp) circuit which can measure the sound pressure level (Lp) and equivalent continuous noise level (Leq). The display which used in the form of indicator scale, digital number and in graph form based of IoT.

The noise sound level meter prototype system with Arduino UNO and Wifi IoT-based has been created and has been tested. The prototype system has been compared to the sound level meter (Sound Level Meter) SLM Bruel & Kjaer type 2250 with percentage error : the sound pressure level (Lp) = 4.24% and the level equivalent continuous noise (Leq) = 1.80%. 16x4 LCD displays measurement results in digital numbers and the display will show "OVER" if the measurement result exceeds the floor level. For data recording, a prototype sensor sends data via wifi into account IoT Thingspeak.com web and displayed in graphical form.

Keyword : Arduino, IoT, Microphone, Noise, Wifi

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Perumusan Masalah.....	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kerangka Teoretik	6
2.1.1. Definisi Merancang.....	6
2.1.2. Definisi Mengimplementasikan	6
2.1.3. Definisi Menguji	7
2.1.4. Prototipe	8
2.1.5. Sistem.....	8
2.1.6. Bunyi	9
2.1.7. Kebisingan.....	19
2.1.8. ARDUINO UNO.....	27
2.1.9. Wi-Fi	32
2.1.10. IoT (<i>Internet of Things</i>).....	33
2.1.11. Metode <i>Research and Development (R&D)</i>	36
2.2. Rancangan Produk.....	39
2.2.1. Blok Diagram	39
2.2.2. <i>Flowchart</i> (Papan Alur)	41
2.2.3. Hipotesis Penelitian.....	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	44
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	44
3.2. Metode Pengembangan Produk.....	44
3.2.1. Tujuan Pengembangan	44

3.2.2. Metode Pengembangan	45
3.2.3. Sasaran Produk.....	45
3.2.4. Instrumen.....	45
3.3. Prosedur Pengembangan.....	47
3.3.1. Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi	47
3.3.2. Tahap Perencanaan.....	47
3.3.3. Tahap Desain Produk	48
3.4. Teknik Pengumpulan Data	59
3.4.1. Rangkaian Catu Daya.....	59
3.4.2. Rangkaian Mic dan Op-Amp	60
3.4.3. Rangkaian Indikator LED	62
3.4.4. Rangkaian LCD dan tombol menu.....	62
3.4.5. Rangkaian Modul Wifi.....	62
3.5. Teknik Analisis Data	63
3.5.1. Pengujian Catu Daya.....	63
3.5.2. Pengujian Mikrofon dan Op-Amp	63
3.5.3. Pengujian Indikator LED	66
3.5.4. Pengujian LCD dan tombol menu.....	66
3.5.5. Pengujian Komunikasi <i>Wi-Fi</i>	67
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	68
4.1. Hasil Pengembangan Produk.....	68
4.1.1. Lokasi Penelitian.....	68
4.1.2. Implementasi Desain Prototipe	69
4.2. Kelayakan Produk.....	71
4.3. Efektifitas Produk.....	72
4.3.1. Hasil Pengujian Catu Daya	72
4.3.2. Hasil Pengujian Mikrofon dan Op-Amp	72
4.3.3. Hasil Pengujian Indikator LED	77
4.3.4. Hasil Pengujian LCD dan Tombol Menu.....	79
4.3.5. Hasil Pengujian Komunikasi Wi-Fi	80
4.4. Pembahasan	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
5.1. Kesimpulan.....	84
5.2. Implikasi	85
5.3. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tingkat Tekanan Bunyi dari Berbagai Sumber Bunyi	20
Tabel 2. 2 Baku Tingkat Kebisingan.....	20
Tabel 2. 3 Tabel Spesifikasi Wi-Fi	32
Tabel 3. 1 Kisi-kisi Instrumen.....	46
Tabel 3. 2 Tabel Penggunaan Pin Arduino UNO.....	57
Tabel 3. 3 Kriteria Pengujian Catu Daya	63
Tabel 3. 4 Kriteria Pengujian Sensitivitas.....	64
Tabel 3. 5 Kriteria Pengujian Kalibrasi.....	64
Tabel 3. 6 Kriteria Pengujian Lp.....	65
Tabel 3. 7 Tabel Data Rentang (<i>Span</i>) dan Akurasi terhadap Lp	65
Tabel 3. 8 Kriteria Pengujian Leq	65
Tabel 3. 9 Tabel Data Rentang (<i>Span</i>) dan Akurasi terhadap Leq.....	66
Tabel 3. 10 Kriteria Pengujian Indikator LED.....	66
Tabel 3. 11 Kriteria Pengujian LCD dan tombol menu	66
Tabel 3. 12 Kriteria Pengujian Komunikasi Wi-Fi dengan AT <i>Commands</i>	67
Tabel 3. 13 Kriteria Pengujian Komunikasi Wi-Fi dengan IoT <i>Thingspeak</i>	67
Tabel 4. 1 Hasil Implementasi Desain Prototipe.....	69
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kelayakan Pemrograman dengan Rumus.....	71
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Catu Daya	72
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensitivitas.....	73
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kalibrasi.....	74
Tabel 4. 6 Tabel Data Hasil Pengukuran Lp	75
Tabel 4. 7 Tabel Data Rentang (<i>Span</i>) dan Akurasi terhadap Lp	76
Tabel 4. 8 Tabel Data Rentang (<i>Span</i>) dan Akurasi terhadap Leq.....	76
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Indikator LED.....	77
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian LCD dan Tombol Menu	79
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Komunikasi Wi-Fi dengan AT <i>Commands</i>	80
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Komunikasi Wi-Fi dengan IoT <i>Thingspeak</i>	82
Tabel 5. 1 Perbandingan Spesifikasi Prototipe dan Kriteria Pengujian	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrofon Kondenser	15
Gambar 2. 2 Ampilifier Operasional (Op-Amp).....	16
Gambar 2. 3 Rangkaian <i>Band Pass Filter</i>	17
Gambar 2. 4 Menggunakan SLM dengan Tangan	26
Gambar 2. 5 SLM Terpasang pada Tripod.....	26
Gambar 2. 6 Jarak SLM dengan Tanah.....	26
Gambar 2. 7 Jarak SLM dengan Dinding Pemantul Bunyi.....	27
Gambar 2. 8 Jarak SLM dengan Dinding Dalam Ruangan.....	27
Gambar 2. 9 Tampilan Sketsa Arduino IDE	30
Gambar 2. 10 Arduino UNO R3	31
Gambar 2. 11 Visualisasi dari Internet of Things (IoT).....	34
Gambar 2. 12 Contoh web sensor ThingSpeak.....	35
Gambar 2. 13 Langkah – langkah Metode R&D	36
Gambar 2. 14 Blok Diagram	39
Gambar 2. 15 Blok Komponen	41
Gambar 2. 16 Flowchart Sistem.....	42
Gambar 3. 1 Desain Alat Tampak Depan	48
Gambar 3. 2 Indikator Tingkat Tekanan Bunyi	49
Gambar 3. 3 Desain Alat Tampak Samping.....	50
Gambar 3. 4 Skema Rangkaian Lengkap Prototipe	51
Gambar 3. 5 <i>Powerbank</i>	52
Gambar 3. 6 Rangkaian Regulator 3.3 Volt.....	52
Gambar 3. 7 Modul <i>Grove Loudness Sensor</i>	53
Gambar 3. 8 Skema Rangkaian <i>Grove Loudness Sensor</i>	54
Gambar 3. 9 Skema Rangkaian Indikator LED	54
Gambar 3. 10 Skema Rangkaian LCD Keypad	55
Gambar 3. 11 Rangkaian Modul Wifi ESP8266 dengan Arduino Uno	56
Gambar 3. 12 Halaman Awal web IoT <i>Thingspeak</i>	58
Gambar 3. 13 Pembuatan <i>channel</i> pada akun IoT <i>Thingspeak</i>	58
Gambar 3. 14 API <i>key</i> dan <i>channel ID</i> pada akun IoT <i>Thingspeak</i>	59
Gambar 3. 15 Teknik Pengumpulan Catu Daya.....	59
Gambar 3. 16 Teknik Pengujian Kalibrasi pada Modul <i>Grove Loudness Sensor</i> . 60	
Gambar 3. 17 Denah Teknik Pengukuran	62
Gambar 4. 1 Gambaran Lokasi Penelitian	68
Gambar 4. 2 Lokasi Penelitian Pengujian Kalibrasi	69
Gambar 4. 3 Bentuk Gelombang Keluaran Mikrofon.....	73
Gambar 4. 4 Grafik Data Hasil Pengujian Lp	75
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian Leq.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Instrumen Penelitian
- Lampiran 2. Produk Final
- Lampiran 2. a *Grove Loudness Sensor Datasheet*
- Lampiran 2. b List Program
- Lampiran 2. c Hasil Pengujian Catu Daya
- Lampiran 2. d Hasil Pengujian Kalibrasi
- Lampiran 2. e Hasil Pengujian Tingkat Tekanan Bunyi (Lp)
- Lampiran 2. f Hasil Pengujian Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq)
- Lampiran 2. g Teknik Pengukuran
- Lampiran 3. Buku Pedoman Penggunaan
- Lampiran 4. Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Telinga merupakan pusat pendengaran yang penting bagi manusia. Seseorang dapat mendengarkan musik yang indah, percakapan yang penting, suara siulan burung, desis ombak laut dan bunyi kendaraan berkat telinga. Melalui telinga, manusia juga dapat mendengarkan informasi yang penting bagi diri sendiri dan orang lain.

Telinga tidak dapat mendengar bunyi dengan jelas jika terdapat banyak bunyi disekitarnya atau bunyi tersebut terlalu keras untuk didengar. Kondisi lingkungan ini membuat seseorang menjadi tidak nyaman dalam melakukan aktivitasnya terutama melakukan pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan tingkat kesunyian yang tinggi. Kesehatan seseorang juga menjadi terganggu sehingga dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan, seperti tekanan darah tinggi, penyakit jantung bahkan kehilangan pendengaran.

Dalam hal bekerja, telinga berperan penting dalam menerima informasi yang didengar. Jika lingkungan berada dalam kondisi yang sangat berisik atau bising, maka informasi melalui pembicaraan antar pekerja tidak akan tersampaikan. Padahal lingkungan kerja yang nyaman memiliki kondisi fisis (suhu, kelembaban, suara) dan kondisi sosial (komunikasi antar pekerja) yang dapat diterima oleh seluruh pekerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja.

Kebisingan bunyi menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang dibahas pada kota-kota besar dengan tingkat kesibukan yang tinggi. Hal ini dikarenakan banyaknya berbagai lingkungan kerja yang ada di perkotaan, seperti perkantoran, pusat perbelanjaan, tempat wisata, perumahan penduduk dan sebagainya. Seiring berkembangnya zaman, penggunaan transportasi yang terus menerus meningkat dan jumlah sumber daya manusia yang menumpuk mengakibatkan pembangunan lahan kerja sehingga adanya peningkatan kebisingan di perkotaan.

Setiap orang mendeskripsikan suatu lingkungan yang bising dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kondisi keadaan fisik seseorang, sosial budaya yang mengikuti zaman, bahkan kegemaran atau hobi seseorang dapat mempengaruhi deskripsi suatu lingkungan yang bising atau tidak. Faktor tersebut masih bersifat subjektif, karena akan menghasilkan deskripsi lingkungan yang bising dari persepsi orang yang berbeda-beda. Seseorang mungkin akan terganggu ketika bekerja di ruangan yang berisik namun ada juga orang yang terbiasa bekerja di pabrik atau industri dengan kebisingan yang tinggi .

Kebisingan bunyi sudah menjadi perhatian bagi para pelestari lingkungan dan peneliti seiring dengan berubahnya berbagai peralatan produksi dan teknologi yang semakin maju. Mereka mulai menelaah bagaimana kondisi suatu lingkungan dapat dikatakan sebagai lingkungan yang bising secara objektif dan bagaimana mengatasinya. Sebelumnya para peneliti harus mengetahui terlebih dahulu berapa tingkat kebisingan bunyi di lingkungan yang diteliti dan menyatakan kondisi lingkungan yang diukur kebisingannya sesuai standar yang ditetapkan.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan, maka didapatkan identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Terdapat beberapa spesifikasi dalam pengukuran kebisingan.
2. Perlu adanya pengendalian kebisingan setelah diukur tingkat kebisingannya.
3. Perlunya klasifikasi batas ambang kebisingan di setiap wilayah.
4. Pengukuran kebisingan perlu diketahui sesuai standar internasional.
5. Perlunya media penyimpanan data hasil pengukuran kebisingan yang dapat dilihat secara berkala.

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang didapat dari hasil uraian latar belakang masalah dan identifikasi masalah adalah sebagai berikut :

1. Lingkungan yang diukur kebisingannya melingkupi lingkungan kerja yang ada di perkotaan (perkantoran atau sekolah).
2. Mengimplementasikan prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi dengan ARDUINO UNO.
3. Menguji hasil pengukuran nilai kebisingan dengan membandingkannya pada alat standar yang digunakan secara nasional / internasional.
4. Memberikan indikasi pengendalian dini pada nilai kebisingan yang dianggap sudah mengganggu di lingkungan kerja.

1.4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang didapat berdasarkan hasil latar belakang masalah, identifikasi masalah dan batasan masalah adalah :

“Bagaimana merancang, mengimplementasikan dan menguji prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi menggunakan arduino UNO dan wifi berbasis IoT?”

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan hasil uraian latar belakang masalah, dan identifikasi masalah yang didapat, maka perumusan dan batasan masalah disusun agar tujuan penelitiannya sebagai berikut :

1. Menerapkan sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi dalam bentuk prototipe
2. Mengimplementasikan sistem kerja Arduino Uno dalam prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi.
3. Menguji hasil pengukuran tingkat kebisingan bunyi dengan menggunakan alat berstandar internasional.
4. Mengetahui spesifikasi sistem pengukur tingkat kebisingan sesuai standar yang diterapkan secara internasional.
5. Mengetahui sistem penyimpanan data berbasis IoT (*Internet of Things*) sebagai media informasi bagi masyarakat dan lingkungan.

1.6. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat dalam hal :

1. Media pembelajaran bagi mahasiswa dalam teknik pengukuran dan instrumentasi di dunia elektronika
2. Memberikan pengetahuan dalam mengukur tingkat kebisingan secara objektif dan cara mengendalikannya secara efektif.
3. Media Informasi bagi masyarakat dalam hal kenyamanan di lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerangka Teoretik

2.1.1. Definisi Merancang

Merancang berasal dari kata rancang dan merupakan bagian dari frasa rancang bangun yang berarti rekayasa. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) (2005: 725) merancang adalah mengatur segala sesuatu; merencanakan. Menurut John Burch dan Gary Grudnitski dalam buku Analisis dan Desain Informasi (Jogiyanto, 2005: 196) perancangan adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah dari satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Sedangkan menurut Al-Bahra bin Ladjamudin (2005: 51), merancang adalah kemampuan untuk membuat beberapa alternatif pemecahan masalah. Berdasarkan pernyataan-pernyataan yang telah dikemukakan dapat disimpulkan bahwa merancang adalah kemampuan untuk menggambarkan atau merencanakan sesuatu dari beberapa elemen yang dijadikan satu dan dapat menyelesaikan suatu permasalahan.

2.1.2. Definisi Mengimplementasikan

Mengimplementasikan menurut KBBI (2005: 327) berasal dari kata implementasi yang berarti pelaksanaan atau penerapan sehingga mengimplementasikan berarti melaksanakan atau menerapkan. Menurut Browne dan Wildavsky dalam buku Usman & Nurdin (2004 : 70) mengatakan bahwa implementasi adalah perluasan aktivitas yang saling menyesuaikan.

Berdasarkan definisi-definisi yang telah dikemukakan maka dapat disimpulkan bahwa mengimplementasikan berarti suatu penerapan aktivitas yang disesuaikan dengan tujuannya.

2.1.3. Definisi Menguji

Menguji berasal dari kata uji yang berarti cobaan untuk mengetahui kualitas sesuatu. Kata menguji menurut KBBI (2005: 983) sendiri berarti memeriksa sesuatu untuk mengetahui mutu (kepandaian, dsb) sesuatu dan sebagainya. Menguji dapat diperluas dalam bentuk kata pengujian (*Testing*). Pengujian menurut IEEE dan ANSI, diacu dalam Isha dan Sangwan (2014: 99) diartikan sebagai berikut:

- *The process of analyzing software item to detect the difference existing and required condition and to evaluate the feature of the software items.*
- *The Process of operating a system or component under specified condition, observing or recording the result, and making an evaluation of some aspect of system/component.*

Berdasarkan pernyataan-pernyataan yang telah disebutkan dapat disimpulkan bahwa menguji adalah proses memeriksa suatu sistem, komponen atau perangkat lunak untuk mendapatkan spesifikasi yang dibutuhkan dan dievaluasikan untuk bentuk lain dari sistem, komponen atau perangkat lunak tersebut.

2.1.4. Prototipe

Prototipe menurut KBBI (2005: 704) berarti model yang mula-mula (model asli) yang menjadi contoh; contoh asli; bentuk dasar; bentuk asal; purwarupa. Menurut Jogiyanto (2003: 525-526), Prototipe adalah proses pengembangan suatu prototip secara cepat untuk digunakan terlebih dahulu dan ditingkatkan terus menerus sampai didapatkan sistem yang utuh.

Dari pernyataan-pernyataan yang telah dikemukakan maka dapat disimpulkan bahwa prototipe adalah suatu model mula-mula yang digunakan terlebih dahulu dalam pengembangan sistem sampai sistem tersebut sesuai dengan yang diinginkan.

2.1.5. Sistem

Sistem menurut KBBI (2005: 849) berarti seperangkat unsur yang secara teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas. Pengertian Sistem menurut Jogiyanto (2005: 3) adalah kumpulan dari – dari elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sedangkan sistem menurut Al Bahra bin Ladjamudin (2005: 6) adalah suatu bentuk integrasi antar satu komponen dengan komponen lainnya.

Dari beberapa definisi yang telah dikemukakan dapat disimpulkan bahwa sistem adalah kumpulan suatu elemen atau unsur yang berintegrasi antar satu sama lain untuk mencapai suatu tujuan yang sama.

2.1.6. Bunyi

2.1.6.1. Definisi Bunyi

Bagi kebanyakan orang, bunyi sering didefinisikan atau dianggap sama dengan suara sehingga secara istilah bunyi sama dengan suara. Namun secara harfiah, bunyi menurut KBBI (2005: 138) adalah sesuatu yang terdengar (didengar) atau ditangkap oleh telinga, sedangkan suara adalah bunyi yang dikeluarkan dari makhluk hidup salah satunya manusia (seperti pada waktu bercakap-cakap, menyanyi, tertawa, menangis dsb). Jadi, dapat disimpulkan bahwa suara merupakan bagian dari bunyi.

Terdapat beberapa definisi mengenai bunyi, diantaranya :

1. Menurut Hugh D. Young (2003: 58), Bunyi adalah perubahan tekanan yang dapat dideteksi oleh telinga manusia yang merambat melalui suatu medium, karena adanya perubahan tekanan yang berulang – ulang.
2. Menurut Bies dan Hansen (2009: 13), Bunyi adalah sensasi yang dihasilkan pada telinga oleh getaran yang sangat kecil perubahannya di udara.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa bunyi adalah suatu sensasi akibat getaran atau penyimpangan tekanan udara yang diterima oleh telinga dan merambat melalui suatu medium. Penyimpangan tekanan udara yang terjadi membentuk arah perambatan bunyi yang bersifat tetap dan menentukan medium mana yang dilewati oleh bunyi tersebut.

2.1.6.2. Skala Desibel

Seorang peneliti dapat membandingkan dua nilai intensitas atau tekanan bunyi yang berbeda untuk menghitung nilai kekerasan atau intensitas suatu bunyi. Telinga manusia dapat merespon getaran bunyi secara logaritmik yang sesuai dengan fungsi kuadrat tekanan bunyi, sehingga tekanan bunyi dapat diukur dalam skala logaritmik yang disebut skala desibel (dB) (Hansen & A.Bies, 2009 : 41). Perbandingan antar nilai tekanan bunyi menjadi lebih mudah dengan skala logaritmik desibel. Persamaannya secara matematis dapat ditulis dalam persamaan 2.1:

$$L_p = 10 \log \frac{(p^2)}{(p_{ref}^2)} = 20 \log \left(\frac{p}{p_{ref}} \right) dB \quad (\text{Pers. 2. 1})$$

Dimana :

p = Nilai p_{rms} tekanan bunyi (Pa)

p_{ref} = Nilai tekanan bunyi referensi ($20\mu Pa$)

Nilai tekanan bunyi dapat dihitung dengan persamaan 2.2:

$$p = 10^{\frac{L_p}{20}} \times 0,00002 \text{ (Pa)} \quad (\text{Pers. 2. 2})$$

Nilai tekanan bunyi yang diukur adalah nilai *root mean square* dari tekanan bunyi karena keluaran tekanan bunyi adalah sinyal sinusoidal (Nilai-nilai puncak). *Root Mean Square* (RMS) adalah nilai efektif dari suatu gelombang berdasarkan jumlah sampel – sampel yang tersusun dalam fungsi waktu (Boylestad & Nashelsky, 1992: 535). Persamaan RMS dapat dituliskandalam persamaan 2.3 :

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{\int_0^T i^2(t) dt}{T}} \quad (\text{Pers. 2. 3})$$

Berdasarkan persamaan 2.3 fungsi $i(t)$ dikuadratkan, setelah itu fungsi tersebut diintegrasikan sesuai fungsi waktu. Hasilnya kemudian dibagi oleh T, yaitu panjang siklus dari periode waktu dari suatu gelombang untuk mendapatkan rata – rata kuadrat dari gelombang. Terakhir nilai tersebut di akar kuadratkan. Berdasarkan langkah tersebut, persamaan RMS dapat ditulis dalam persamaan 2.4:

$$X_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^n (x_n)^2} \quad (\text{Pers. 2. 4})$$

Keterangan :

X_{RMS} = Nilai *Root Mean Square* suatu gelombang sinusoidal.

N = Jumlah sampel yang diambil.

x_n = Nilai sampel yang diambil per – n.

Sebagai Nilai absolut atau nilai referensi, nilai tingkat tekanan bunyi (L_p) dibandingkan dengan nilai tekanan bunyi terendah yang dapat didengar manusia yaitu $p_{ref} = 2 \times 10^{-5} N/m^2$ atau $20 \mu Pa$ (Hansen & A.Bies, 2009 : 36). Jika nilai referensi ini dimasukkan dalam persamaan 2.1 menjadi persamaan 2.5 :

$$L_p = 20 \log_{10}(p) + 94 \quad (\text{dB}) \quad (\text{Pers. 2. 5})$$

Keterangan :

L_p = Tingkat tekanan bunyi

p = Nilai Tekanan Bunyi

2.1.6.3. Transduser bunyi (Mikrofon)

Transduser adalah alat yang melakukan konversi dari suatu energi ke energi lain (Fraden, 2010 : 5). Transduser juga dapat dikatakan sebagai bagian dari sensor yang kompleks. Sensor yang kompleks akan memiliki beberapa konversi energi sebelum menghasilkan keluaran sinyal elektrik. Hal ini menjadikan sebuah sensor yang kompleks membutuhkan karakteristik yang dimilikinya agar dapat melakukan perubahan energi, adapun karakteristik sensor yang dibutuhkan dalam konversi energi diantaranya sebagai berikut :

1. Rentang Dinamis (*Span*)

Rentang dinamis dari sebuah stimulus (respon) yang dapat diubah sensor disebut *span* atau *full scale* (FS) (Fraden, 2010 : 30). Rentang dinamis menyatakan nilai masukan tertinggi yang dapat diterima sensor (*Input Full Scale*) dan rentang total keluaran sensor (*Full Scale Output*). Rentang dinamis memiliki persamaan 2.6:

$$R_{din} = FS_{max} - FS_{min} \quad (\text{Pers. 2. 6})$$

2. Akurasi (Tingkat Kesalahan)

Sebuah karakteristik yang sangat penting dari sensor adalah tingkat akurasi atau lebih tepatnya ketidakakuratan (Tingkat Kesalahan). Ketidakakuratan ini diukur sebagai nilai deviasi tertinggi dari keluaran sensor dari nilai yang ideal berdasarkan masukan yang diberikan. Deviasi dapat digambarkan sebagai perbedaan antara dua nilai keluaran dari masukan yang diberikan.

Dalam bentuk persen tingkat kesalahan, akurasi dapat dirumuskan dalam persamaan 2.7 :

$$\text{Akurasi} = \frac{|\text{Nilai Sesungguhnya} - \text{Nilai Terukur}|}{\text{Nilai Sesungguhnya}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 2. 7})$$

Mikrofon adalah transduser elektromekanis yang mengubah perubahan-perubahan dalam tekanan bunyi menjadi perubahan-perubahan yang sesuai dalam sinyal listrik (Roody & Cooler, 1984: 104). Terdapat tiga parameter yang dapat menggambarkan suatu kualitas mikrofon, yaitu :

1. Tingkat Keluaran (*output level*)

Tingkat keluaran dapat dinyatakan baik sebagai suatu tingkat keluaran absolut dalam watt bila suatu sinyal tekanan suara pada 1000Hz pada suatu tingkat pedoman (*reference*) dikenakan pada mikrofon itu atau dalam *decibel (94dB)* yang dihitung terhadap suatu tingkat keluaran daya standar. Tingkat keluaran daya yang diukur dengan cara ini memberikan suatu ukuran kepekaan (*sensitivity*) dari mikrofon tersebut (Roody & Cooler, 1984: 104).

Berbagai macam *datasheet* mikrofon lebih sering mencantumkan nilai kepekaan suatu mikrofon dalam bentuk desibel dibandingkan tingkat referensi tegangannya. Mengacu pada kondisi praktik, tegangan referensi (V_{ref}) dinyatakan dalam 1 V dan tekanan bunyi referensi (p_0) dinyatakan dalam 1 Pa. Persamaan 2.8 dapat ditulis untuk menghitung nilai kepekaan mikrofon (Hansen & A.Bies, 2009 : 100):

$$S = 20 \log \left(\frac{V \cdot p_0}{(V_{ref} \cdot p)} \right) \text{ dB} \quad (\text{Pers. 2. 8})$$

Menggunakan persamaan 2.5, persamaan 2.8 dapat ditulis dengan dikurangi *Sound Pressure Level* (L_p) menjadi persamaan 2.9 :

$$S = 20 \log_{10} V - L_p + 94 \quad (\text{dB}) \quad (\text{Pers. 2.9})$$

Tingkat keluaran maksimum dari mikrofon pada aplikasi tertentu dipengaruhi oleh tegangan yang tersuplai dan sensitivitasnya (Herres, 2009). Dengan menggunakan rangkaian pre-amp dan mendapatkan nilai V_{rms} nya maka nilai tekanan bunyi yang diterima oleh mikrofon dapat dihitung dalam persamaan 2.10 (PCB Piezotronics, 2012) :

$$P = \frac{V_{out}(V)}{\text{Sensitivity} \left(\frac{V}{Pa} \right)} \quad (\text{Pers. 2.10})$$

Dimana :

P = Nilai Tekanan Bunyi (Pa)

V_{out} = Nilai keluaran tegangan (RMS) dari pre amp.

2. Respon Frekuensi

Respon frekuensi diukur sebagai suatu grafik dari tingkat keluaran dalam desibel. Suatu mikrofon yang ideal mempunyai respon frekuensi yang rata untuk keseluruhan daerah audio dari 16Hz – 20 kHz walaupun pada kenyataannya mikrofon yang dijual di pasaran biasanya berkisar 100 – 10.000Hz.

3. Rentang Dinamis

Rentang Dinamis Mikrofon dapat dikatakan sebagai ukuran perbedaan antara nilai paling keras dan nilai paling tenang (Tingkat Tekanan Bunyi) dimana mikrofon dapat merespon secara linier (Invensense, 2013).

Mikrofon Kondenser terbuat dari sebuah diafragma logam yang digantung di atas sebuah pelat-belakang logam yang tidak bergerak dan terisolasi satu dari yang lain (Roody & Cooler, 1984: 109). Suatu tegangan dc konstan, biasanya beberapa ratus volt, dikenakan di antara diafragma dan pelat belakang lewat sebuah resistor beban. Gambar 2.1 merupakan gambaran fisik dari mikrofon condenser.

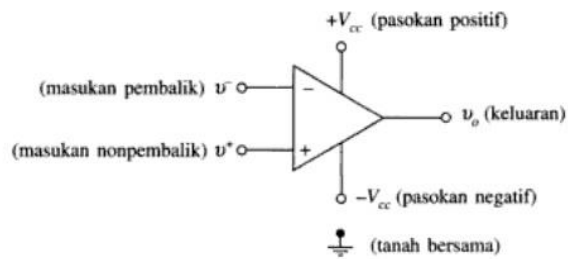


Gambar 2. 1 Mikrofon Kondenser

Dalam teknik pengukuran, pengkondisian sinyal analog diperlukan untuk memodifikasi keluaran sinyal transduser atau sensor dalam sistem instrumentasi agar dapat ditampilkan sesuai karakter dan skala ukuran. Pengkondisian sinyal ini dapat menggunakan komponen aktif dan komponen pasif. Untuk mikrofon, pengkondisian sinyal analog yang digunakan menggunakan komponen aktif Amplifier Operasional (op-Amp).

2.1.6.4. Amplifier Operasional (Op-Amp)

Penguat Operasional (op-Amp = *Operational Amplifier*) adalah sebuah rangkaian integrasi dengan dua terminal masukan, masing – masing diberi tanda + dan – atau nonpembalikan (*noninverting*) dan pembalik (*Inverting*) (Nahvi & Edminister, 2003 : 46).



Gambar 2. 2 Amplifier Operasional (Op-Amp)

Gambar 2.2 merupakan gambar rangkaian op-amp. Secara umum, terdapat 2 jenis op-amp yang digunakan sesuai letak masukan sinyal, yaitu :

- Penguat *Inverting*

Sinyal masukan diberikan pada terminal *inverting* (-) sehingga tegangan keluaran (V_{out}) akan berbalik fasa dengan tegangan masukan (V_{in}) (Malvino & Gunawan, 1995:536). Persamaan *Inverting* dapat dilihat pada persamaan 2.11 :

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = - \frac{R_f}{R_{in}} \quad (\text{Pers. 2. 11})$$

- Penguat *Non – Inverting*

Sinyal masukan diberikan pada terminal *Non-Inverting* (+) sehingga tegangan keluaran akan sefasa dengan tegangan masukan (Malvino & Gunawan, 1995:533). Persamaan *Non-Inverting* dapat dilihat pada persamaan 2.12 :

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_f}{R_{in}} + 1 \quad (\text{Pers. 2. 12})$$

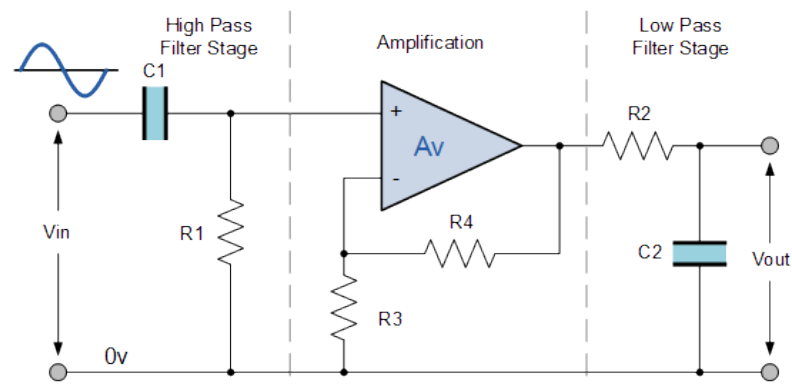
Keterangan :

R_f = Hambatan beban (Ohm);

R_{in} = Hambatan pada sinyal masukan (Ohm)

Pada op-Amp juga terdapat RC Filter yang berfungsi untuk “mengeliminasi *noise*” sehingga pengukuran tidak terganggu. Terdapat dua tipe filter, yaitu *Low Pass Filter* (Filter Frekuensi Rendah) dengan memblokir frekuensi tinggi dan meloloskan frekuensi rendah dan *High Pass Filter* (Filter Frekuensi Tinggi) dengan memblokir frekuensi rendah dan meloloskan frekuensi tinggi (Malvino & Gunawan, 1995:546).

Selain *low pass filter* (LPF) dan *High Pass Filter* (HPF), terdapat *Band Pass Filter* (BPF) yang menggunakan LPF dan HPF dalam satu rangkaian. Sedikit perbedaan pada BPF ialah filter ini frekuensi yang diloloskan terletak pada dua buah cut frekuensi, yaitu frekuensi *lower* (f_L) dan frekuensi *higher* (f_H). Frekuensi yang dibawah nilai f_L ataupun yang di atas f_H akan dilemahkan amplitudonya oleh filter jenis ini. Contoh gambar rangkaian BPF dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Rangkaian *Band Pass Filter*

Setelah proses pengkondisian sinyal analog dari mikrofon telah dilakukan oleh op-Amp, sinyal analog dikonversikan dalam bentuk digital dengan menggunakan sistem ADC (*Analog to Digital Converter*).

2.1.6.5. Analog to Digital Converter (ADC)

Analog to Digital Converter (ADC) atau pengubah analog ke digital adalah perubahan sinyal-sinyal analog menjadi pulsa-pulsa digital dalam kurun waktu / jumlah tertentu (Ibrahim, 2009 : 133). Terdapat beberapa langkah dalam mengubah sinyal analog menjadi bit digital, yaitu :

1. Mengambil dan mencuplik data dengan laju paling sedikit dua kali frekuensi tertinggi dari masukan analog (laju *Nyquist*).
2. Menyusun dan mengubah nilai tegangan yang didapat secara berurutan sesuai sandi binernya (Kuantisasi *Level*).
3. Jika terjadi selisih antara nilai kuantisasi dengan sinyal yang sebenarnya, maka Resolusi dapat dinaikkan cacah bitnya agar mengurangi kesalahan kuantisasi.

Resolusi dapat dihitung dengan persamaan 2.13 :

$$Resolusi = \frac{V_{out(max)}(V_{CC})}{2^n - 1} \quad (\text{Pers. 2. 13})$$

Dimana n adalah jumlah data bit yang digunakan pada rangkaian ADC.

Terdapat dua metode yang dapat digunakan dalam pengubahan analog ke digital, yaitu :

1. ADC *Succesive Approximation*

Jika MSB lebih besar dari nilai masukan, maka MSB akan bernilai 0. Sebaliknya, jika MSB lebih kecil dari nilai masukan, maka MSB bernilai 1.

2. ADC Pencacah Undak

Metode ini mengubah sinyal analog ke sinyal digital dengan masukkan cuplikan diumpankan ke pembanding sementara pada saat yang sama pencacah mulai mencacah dimana bilangan bit 0000 = nilai tegangan minimum (V_{min}).

2.1.7. Kebisingan

2.1.7.1. Definisi Kebisingan

Kebisingan sering diartikan sama dengan *Noise* dalam terjemahan bahasa Inggrisnya. Namun, pada dasarnya kebisingan tidak sepadan dengan *Noise*. Kebisingan dalam KBBI (2005: 217) berasal dari kata bising yang berarti ramai (seperti berdengung-dengung, berdesir-desir, berdesing-desing) hingga menyebabkan telinga seperti pekak (tt suara atau bunyi). Sedangkan *Noise* berarti bunyi yang tidak dikehendaki (Mediastika, 2009: 15).

Dari pernyataan-pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa Kebisingan adalah bunyi yang mengganggu aktivitas manusia akibat kondisi lingkungan yang ramai atau munculnya sumber bunyi yang tidak diinginkan dan dapat merusak pendengaran manusia.

2.1.7.2. Sumber - sumber Kebisingan

Sumber kebisingan menurut Doelle diacu dalam Prasetio (1993 : 152) dapat diklasifikasi dalam kelompok :

1. Kebisingan *interior*, berasal dari manusia, alat-alat rumah tangga, atau mesin-mesin gedung.
2. Kebisingan Luar (*Outdoor*), berasal dari lalu lintas, transportasi, industri, alat-alat mekanis yang terlihat dalam gedung, tempat pembangunan gedung-gedung, perbaikan jalan, kegiatan olahraga dan lain-lain di luar gedung dan iklan (*advertising*).

2.1.7.3. Kriteria Kebisingan

Data nilai baku tingkat kebisingan bunyi atau Nilai Ambang Bising (NAB) menurut Bies dan Hansen (2009:39) terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tingkat Tekanan Bunyi dari Berbagai Sumber Bunyi

Tingkat Tekanan Bunyi (dB re 20uPa)	Deskripsi posisi pendengar dengan Sumber Bunyi	Deskripsi Subjektif
140	Peluncuran roket ke bulan pada jarak 100 m, posisi penembak dengan pistol	Tidak dapat di toleransi
120	Ruang mesin kapal, Konser musik <i>rock</i> di depan atau mendekati sistem pengeras suara	
100	Pabrik Tekstil, Ruang Percetakan saat percetakan sedang berlangsung pada posisi operator.	Sangat Bising
80	Berdekatan dengan jalur sibuk, teriakan seseorang.	Bising
60	Pusat perbelanjaan, restoran, Pembicaraan umum	
40	Perumahan penduduk yang sepi, tingkat ambang batas pendengaran.	Hening
20	Ruang Rekaman, Tingkat ambang batas pendengaran	Sangat Hening
0	Batas awal tingkat pendengaran manusia normal	

*Sumber : Colin H. Hansen ; David A. Bies, Engineering Noise Control, (Great Britain : Spon Pres, 2009), p.39.

Di Indonesia, Nilai Ambang Batas Kebisingan (NAB) atau baku tingkat kebisingan diatur mengacu pada Kep-48/MenLH/11/1996 (Kementerian LH, 1996 : 5) dimana terbagi pada peruntukan kawasan / lingkungan kesehatannya. Adapun data tersebut ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Baku Tingkat Kebisingan

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kesehatan	Tingkat Kebisingan db(A)
a. Peruntukan Kawasan.	
1. Perumahan dan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70

6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus :	
- Bandar Udara	
- Stasiun Kereta Api	60
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat Ibadah atau sejenisnya	55

*Sumber : Kep-48/MenLH/11/1996, 1996,p.5

2.1.7.4. Jenis-jenis Kebisingan

Jenis-jenis kebisingan berdasarkan rentang pendengaran manusia terbagi dalam 2 jenis, yaitu :

1. *White noise*, yaitu kebisingan dengan rentang frekuensi yang berada pada rentang pendengaran manusia dan berbunyi seperti gemericik air (Peterson, 1980 : 299).
2. *Pink Noise*, yaitu kebisingan dengan rentang frekuensi per lebar pita 1 oktaf (Peterson, 1980 : 293).

2.1.7.5. Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (L_{eq})

Tingkat Kebisingan Sinambung setara (*Equivalent continous noise level*) atau L_{eq} dalam Kep-48/MenLH/11/1996 (Kementerian LH, 1996 : 4) adalah nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (*fluktuaktif*) selama selang waktu atau periode tertentu. Menurut Bies dan Hansen (2009: 106), L_{eq} dapat diartikan sebagai berikut:

“ L_{eq} , the equivalent continuous sound pressure level, is defined in terms of the time-varying sound pressure level, $L_p(t)$. ”

Pernyataan tersebut dapat mengartikan L_{eq} sebagai rata-rata kuadrat tekanan bunyi dalam periode waktu yang diubah menjadi desibel. Pernyataan tersebut didefinisikan dalam bentuk persamaan 2.14:

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_p(T)/10} dt \right] \quad (\text{Pers. 2. 14})$$

Dimana :

L_{eq} = *Equivalent continous noise level* (dB)

T = Periode Selang waktu (s)

$L_p(T)$ = Tingkat Tekanan Bunyi pada waktu T

Adanya periode atau selang waktu yang digunakan dalam pengukuran memberikan suatu respon waktu agar durasi yang terukur dapat teratur sesuai periode yang diinginkan. Respon waktu ini terbagi 2 yaitu :

1. “*fast*” dengan bobot respon waktu 125ms, bobot respon ini digunakan untuk mendeteksi tingkat frekuensi rendah yang dapat ditangkap oleh telinga manusia.
2. “*low*” dengan bobot respon waktu 1s, digunakan untuk menghitung rerata tingkat bunyi jika sumber bunyi bervariasi.

Jika periode waktu yang diberikan konstan dan menggunakan respon waktu, maka Persamaan untuk L_{eq} dapat ditulis juga dalam persamaan 2.15:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_0^n 10^{0.1 L_p(n)} \quad (\text{Pers. 2. 15})$$

Mengacu pada persamaan 2.1 maka persamaan 2.15 menjadi persamaan 2.16:

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \sum_0^n \frac{(p_n)^2}{(p_{ref})^2} - 10 \log_{10} n \quad (dB) \quad (\text{Pers. 2. 16})$$

Dimana :

$Lp(n)$ = Tingkat tekanan bunyi ke-n (dB)

n = Banyaknya data sesuai periode waktu pengukuran.

p_n = Tingkat tekanan bunyi ke-n

p_{ref} = Tingkat tekanan bunyi referensi ($20\mu Pa$)

2.1.7.6. Sound Level Meter (Pengukur Tingkat Bunyi)

Instrumen pengukuran yang biasa digunakan untuk mengukur tingkat tekanan bunyi adalah *Sound Level Meter*. *Sound Level Meter* terdiri dari rangkaian transduser bunyi yaitu mikrofon, penguat tegangan (*Amplifier*), pengubah sinyal Analog ke Digital (ADC) dan layar tampilan dalam satuan dB (Hansen & A.Bies, 2009 : 106). Sistem ADC yang terhubung akan mengubah variasi sinyal yang muncul dalam kurun waktu tertentu dan diproses dalam sistem GUI (*Graphical User Interface*). Layarnya dapat dalam bentuk analog (tampilan jarum) atau sudah berbentuk digital (nilai atau angka).

Berdasarkan standar *Internasional Electrotechnical Commission (IEC)* 61672/1-2002 dalam buku Bies dan Hansen (2009: 107), SLM terbagi atas dua kelas yaitu:

1. Kelas 1 : *Precision Sound Level Meter*, digunakan dalam kebutuhan laboratorium atau penggunaan lapangan jika membutuhkan tingkat akurasi pengukuran.
2. Kelas 2 : *General-Purpose Sound Level Meter* , digunakan dalam kebutuhan umum atau untuk merekam tingkat kebisingan untuk dianalisis frekuensinya.

Secara umum, SLM yang sederhana dilengkapi dengan sistem pengukuran tingkat tekanan bunyi (L_p) seketika (tidak menyimpan dan mengolah data). SLM yang lebih canggih (*Integrating Sound Level Meter*) dapat menganalisis tingkat kebisingan dan frekuensi bunyi yang muncul selama rentang waktu tertentu.

Rentang dinamis pengukuran SLM dilihat berdasarkan tingkat sensitivitas mikrofon. Jika tingkat bunyi tertinggi diukur (diatas 140dB) maka tingkat sensitivitas mikrofon terendah digunakan sebagai pengukuran, jika tingkat bunyi terendah diukur (dibawah 30dB), maka sensitivitas tertinggi mikrofon digunakan sebagai pengukuran. Berikut beberapa karakteristik SLM menurut Bies dan Hansen (2009 : 108) :

- a. Rentang frekuensi pada 1 band oktaf (31,5Hz - 8kHz)
- b. Tingkat akurasi kalibrasi akustik pada ± 0.5 dB pada SLM kelas 2 dan ± 0.2 dB pada SLM kelas 1 (dengan 94dB frekuensi 1000Hz menggunakan “*pistonphone*”)
- c. Tingkat akurasi pengukuran ± 0.5 dB pada SLM tipe 1 dan ± 1 dB pada SLM tipe 2. Namun pada pengukuran *outdoor*, tingkat akurasi dapat lebih dari 1 dB dan tidak boleh lebih dari 10 dB, karena nilai tersebut menghasilkan tingkat kebisingan dua kali lipat dari kebisingan yang di dengar manusia.

Dalam melakukan kalibrasi, kebanyakan perangkat menggunakan frekuensi 1000Hz sebagai frekuensi untuk kalibrasi karena tidak memiliki bobot frekuensi. Untuk tekanan bunyi referensinya disamakan dengan persamaan 2.2, yaitu 94 dB. Alat yang digunakan kalibrasi adalah “*pistonphone*” (Hansen & A.Bies, 2009 : 108)

2.1.7.7. Pengukuran Kebisingan

Dalam mengukur tingkat kebisingan bunyi hendaknya diketahui terlebih dahulu lokasi dan selang waktu yang ingin diukur. Berikut beberapa indikator pengukuran kebisingan bunyi :

1. Pengukuran bising biasa dilakukan di tempat dimana ketenangan adalah penting agar memungkinkan langkah-langkah pengendalian bising terhadap bising luar.
2. Durasi pengukuran untuk memonitor kebisingan yang bersifat kontinu (*Ambient Noise*) menurut Bies and Hansen (2009: 184) yaitu 8 jam nonstop. Namun untuk pengukuran jangka pendek, cukup selama **5 detik** sebagai standar pengukuran kebisingan secara manual (Kementerian LH, 1996).
3. Jika ingin mendapatkan pengukuran yang lebih akurat, maka durasi 10 – 15 menit digunakan tiap jam selama 24 jam dan dinamakan *Day-Night Average Sound Level (L_{dn})*. Durasi ini nantinya digunakan untuk mengetahui jumlah data pengukuran sesuai bobot respon waktu yang digunakan.

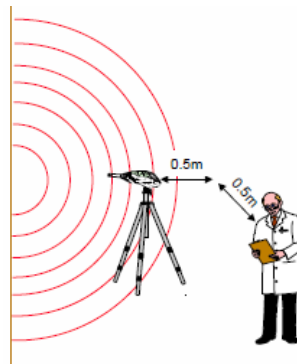
Metode pengukuran kebisingan menurut Mediastika (2009: 11) adalah sebagai berikut :

- a. Memegang *sound level meter* secara langsung. Pegang SLM dan arahkan SLM ke sumber bunyi sepanjang lengan operator agar meminimalis refleksi bunyi ke tubuh seperti pada gambar 2.4.



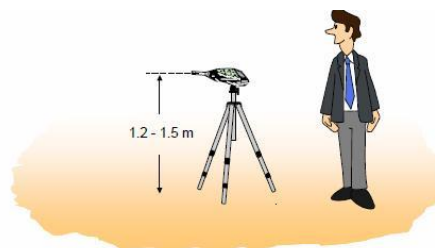
Gambar 2. 4 Menggunakan SLM dengan Tangan

- b. *Sound Level Meter* yang terpasang pada Tripod. Cara ini lebih efektif jika pengukuran kebisingan dalam durasi yang lama dan menghindari adanya refleksi bunyi ke tubuh pengguna.
- c. Operator SLM setidaknya berdiri 0.5 m dari SLM seperti gambar 2.5.

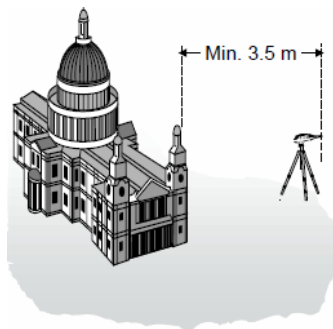


Gambar 2. 5 SLM Terpasang pada Tripod

- d. SLM ditempatkan pada posisi 1,2 – 1,5 meter dari atas permukaan lantai, 3, 5 meter dari permukaan dinding atau objek lain yang akan memantulkan bunyi seperti gambar 2.6 dan gambar 2.7.

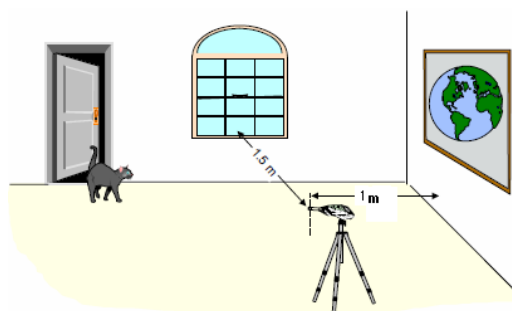


Gambar 2. 6 Jarak SLM dengan Tanah



Gambar 2. 7 Jarak SLM dengan Dinding Pemantul Bunyi

- e. Untuk pengukuran di dalam ruangan atau bangunan, SLM berada pada posisi 1 meter dari dinding-dinding pembentuk ruangan seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Jarak SLM dengan Dinding Dalam Ruangan

2.1.7.8. Prototipe Sistem Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi

Berdasarkan definisi – definisi yang telah dikemukakan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi adalah suatu model mula – mula dalam pengembangan sistem pengukuran tingkat bunyi yang tidak dikehendaki dalam suatu lingkungan.

2.1.8. ARDUINO UNO

2.1.8.1. Definisi Arduino

Massimo Banzi (2008: 1) menjelaskan definisi Arduino sebagai sebuah komputer fisik dengan sistem terbuka yang berbentuk papan rangkaian, terdiri dari papan masukan / keluaran dan sebuah sistem yang merupakan implementasi dari

bahasa *processing*. Menurut Muhammad Syahwil (2013: 6), Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Arduino dibuat tahun 2005 (Istiyanto, 2014: 8) oleh sekelompok tim dari Italia dengan anggota kelompok David Cuartielles, Gianluca Martino, Tom Igoe, David Mellis, dan Massimo Banzi. Berawal dari Massimo Banzi yang ingin mengajarkan siswa untuk membuat elektronik dengan cepat. Lalu ia melakukan desain interaktif yang dikenal dengan *physical computing*.

Physical Computing (Banzi, 2008: 3) adalah pembuatan sebuah sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan software dan hardware yang sifatnya interaktif, yaitu dapat menerima rangsangan dan merespon balik. Sistem ini dapat diaplikasikan dengan mengubah sinyal analog yang berasal dari masukan (*Input*) menjadi masukan digital lalu diatur dengan *software* dan dikontrol kembali untuk mengontrol keluaran (*Output*) yang bersifat analog. Menurut Banzi dalam buku Jazi (2014 : 5) menyatakan beberapa faktor yang menjadikan Arduino lebih Populer, diantaranya :

1. Murah, harga papan sirkuit arduino relatif lebih murah dibandingkan paket mikrokontroller lainnya. Harga asli dari 1 set papan arduino berkisar kurang dari 50\$.
2. Lintas *platform*, *Software* arduino dapat berjalan di OS Windows, Macintosh OSX, dan Linux.

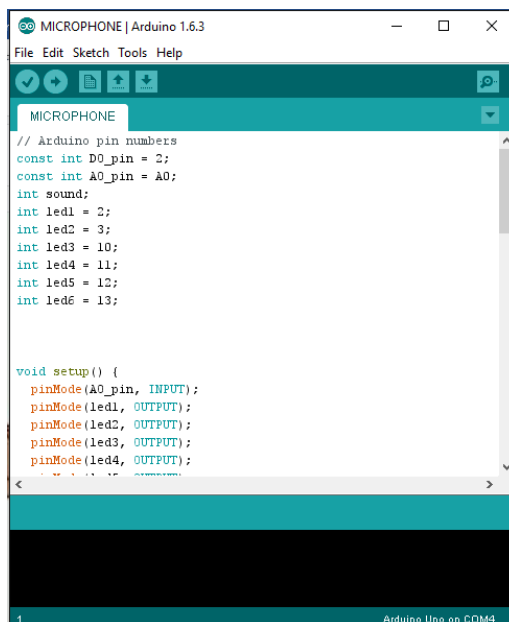
3. Sederhana, program yang ramah lingkungan. Bahasa pemrograman arduino mudah digunakan untuk pemula, selain itu, sangat fleksibel untuk digunakan para teknisi yang sudah berpengalaman untuk mempermudah sistem yang ingin dibuat.
4. Sistem *software* dan *hardware* yang *open-source*, para pengguna dapat dengan bebas memiliki skema dari modul arduino yang digunakan, mengunduh softwarena secara gratis di web resminya, dan beberapa program pendukung dalam bentuk masukan atau keluaran sudah terdapat modul pemrogramannya dalam bentuk *libraries*.

2.1.8.2. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah suatu program spesial yang memperbolehkan pengguna untuk menulis sketsa program pada papan Arduino dengan model bahasa *Processing*, dimana ketika pengguna meng-*upload* sketsa program pada *board* Arduino, kode-kode tersebut diterjemahkan dalam bahasa C sehingga dapat dilewatkan ke mikrokontroler AVR (Banzi, 2008: 20).

Hal ini menjadi sangat penting karena dengan perubahan bahasa ini pengguna pemula yang sulit menggunakan bahasa C akan dipermudah dalam pemrograman mikrokontroler. Penggunaan inisialisasi awal, *looping* dan penggunaan variabel menjadi kode program yang sering digunakan dalam Arduino IDE.

Arduino IDE pertama dibuat dalam versi 1.0, kini seiring bertambahnya berbagai simulasi yang menggunakan arduino, Arduino IDE terus diperbaharui untuk menunjang perangkat-perangkat atau modul yang akan dipasang pada Arduino. Gambar 2.9 merupakan contoh tampilan program pada Arduino IDE.



```

MICROPHONE | Arduino 1.6.3
File Edit Sketch Tools Help
MICROPHONE
// Arduino pin numbers
const int D0_pin = 2;
const int A0_pin = A0;
int sound;
int led1 = 2;
int led2 = 3;
int led3 = 10;
int led4 = 11;
int led5 = 12;
int led6 = 13;

void setup() {
  pinMode(A0_pin, INPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  pinMode(led4, OUTPUT);
  pinMode(led5, OUTPUT);
  pinMode(led6, OUTPUT);
}

```

Gambar 2. 9 Tampilan Sketsa Arduino IDE

2.1.8.3. Arduino UNO

Arduino UNO adalah arduino dengan mikrokontroler ATmega328. Mikrokontroler (Syahwil, 2013) adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*, yang mempunyai masukan dan keluaran kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara membaca dan menulis data. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program atau keduanya) dan perlengkapan input output. Mikrokontroler dibedakan spesifikasinya berdasarkan produsen dan tipenya. Berikut adalah spesifikasi Arduino UNO dengan Mikrokontroler ATmega 328 (Syahwil, 2013 : 6):

1. Sumber (Catu Daya)

Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal yang dapat berasal dari adapter AC-DC atau baterai. Batas tegang input yang digunakan adalah 6 – 20 Volt, namun disarankan tegangan input yang

digunakan berkisar 7-12 Volt saja, karena jika lebih dari 12 Volt maka *board* akan cepat panas dan rusak. Gambar 2. 10 adalah gambaran fisik dari Arduino UNO R3.



Gambar 2. 10 Arduino UNO R3

Terdapat 3 pin power suplai pada arduino UNO, yaitu :

- a. Vin : pin tegangan input eksternal (baterai atau adaptor)
- b. 5 V : Keluaran pin yang diatur 5 V, dapat digunakan untuk mengaktifkan modul.
- c. 3v3 : Suplai 3,3 Volt dengan arus maksimum 50 mA.
- d. GND : pin Ground yang terdapat 3 pin.
- e. IOREF. Pin ini mendukung Arduino untuk menggunakan tegangan referensi yang digunakan mikrokontroler.

2. Memori Pin

Memori yang digunakan Arduino UNO adalah memori mikrokontroler ATmega 328 dengan memori 32 KB (0.5 KB digunakan untuk *bootloader*) juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang mana dapat dibaca tulis dengan *library* EEPROM).

3. Input dan Output

Arduino UNO memiliki 14 pin digital input/output dengan arus DC 20 mA.

Masing-masing pin memiliki fungsi – fungsi khusus diantaranya:

- a. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (Rx) dan mengirimkan (TX) data serial TTL.

- b. Interupsi Eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, tepi naik atau perubahan nilai.
- c. PWM : terdapat 6 pin 8-bit Output PWM yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11.
- d. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *library SPI*.

2.1.9. Wi-Fi

Wi-Fi (Varma, 2006-2012) merupakan singkatan dari *Wireless Fidelity* yang berarti sekumpulan standar yang digunakan untuk jaringan lokal nirkabel (*Wireless Local Area Networks–WLAN*) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11. Perangkat Wifi mempunyai jangkauan akses lebih jauh dibanding jaringan *Bluetooth* yaitu sekitar 50-1000 meter. Terdapat beberapa spesifikasi Wifi (Syamsudin, 2010) yang tercantum pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Tabel Spesifikasi Wi-Fi

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi	Modulasi
802.11	1 atau 2 Mbps	2,4 GHz	<i>FHSS</i> atau <i>DSSS</i>
802.11b	11 Mbps	2,4 GHz	<i>DSSS</i>
802.11a	54 Mbps	5 GHz	<i>OFDM</i>
802.11g	54 Mbps	2,4 GHz	<i>OFDM</i>

*Sumber : Syamsudin M., Cara Cepat Belajar Infrastruktur Jaringan Wireless (Tutorial Singkat Jaringan Wireless), 2010, Yogyakarta : Gava Media. P.21-23

Keterangan :

1. *OFDM* : *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
2. *FHSS* : *Frequency Hopping Spread Spectrum*
3. *DSSS* : *Direct Sequence Spread Spectrum*

Awalnya Wi-Fi ditujukan untuk penggunaan perangkat nirkabel dan Jaringan Lokal (LAN), namun saat ini lebih banyak digunakan untuk mengakses internet. Hal ini memungkinkan seseorang dengan komputer dengan kartu nirkabel (*wireless card*) atau *Personal Digital Assistant* (PDA) untuk terhubung dengan internet dengan menggunakan *access point* (atau dikenal dengan *hotspot*) terdekat.

Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) (Varma, 2006-2012) adalah koneksi tanpa kabel seperti *handphone* dengan menggunakan teknologi radio sehingga pemakainya dapat mentransfer data dengan cepat dan aman. Wi-Fi tidak hanya dapat digunakan untuk mengakses internet, Wi-Fi juga dapat digunakan untuk membuat jaringan tanpa kabel di perusahaan. Karena itu banyak orang mengasosiasikan Wi-Fi dengan kebebasan, karena teknologi Wi-Fi memberikan kebebasan kepada pemakainya untuk mengakses internet atau mentransfer data dari ruang *meeting*, kamar hotel, kampus, dan *café-café* yang bertanda Wi-Fi *Hot Spot*.

2.1.10. IoT (*Internet of Things*)

Internet of Things adalah sebuah teknologi yang memungkinkan seseorang untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen (McKinsey Global Institute, 2015).

Internet of Things dapat dikarakteristikan sebagai penggabungan antara objek fisik, komputer yang dimasukkan ke dalamnya dan meng-*coding* dan mengkomunikasikannya melalui internet dari perangkat itu sendiri (McEwen & Cassimally, 2014). Gambar 2.11 merupakan bentuk visualisasi dari *Internet of Thing*.



Gambar 2. 11 Visualisasi dari Internet of Things (IoT)

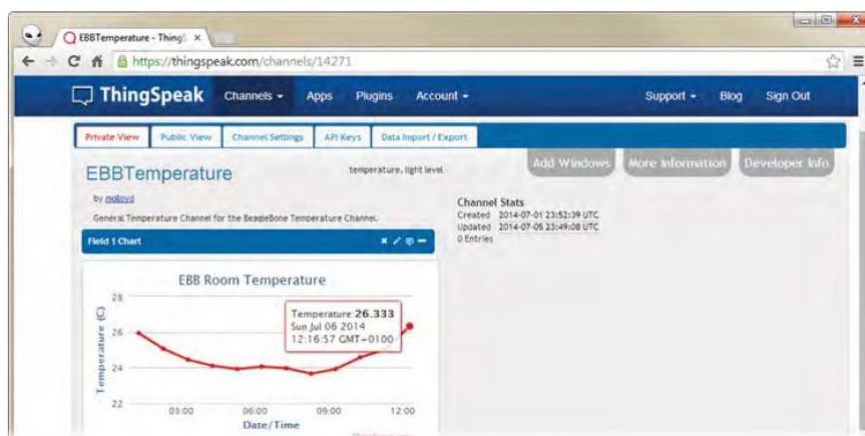
Cara kerja dari *Internet of Things* cukup mudah. Setiap benda harus memiliki sebuah IP Address. IP Address adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama (McEwen & Cassimally, 2014). Selanjutnya, IP address dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet.

Setelah sebuah benda memiliki IP address dan terkoneksi dengan internet, pada benda tersebut juga dipasang sebuah sensor. Sensor pada benda memungkinkan benda tersebut memperoleh informasi yang dibutuhkan. Setelah memperoleh informasi, benda tersebut dapat mengolah informasi itu sendiri, bahkan berkomunikasi dengan benda-benda lain yang memiliki IP address dan terkoneksi dengan internet juga. Akan terjadi pertukaran informasi dalam komunikasi antara benda-benda tersebut. Setelah pengolahan informasi selesai, benda tersebut dapat bekerja dengan sendirinya, atau bahkan memerintahkan benda lain juga untuk ikut bekerja.

Salah satu aplikasi web yang berbasis IoT adalah situs web www.Thingspeak.com. *ThingSpeak* adalah sebuah *data platform* yang terbuka untuk *Internet of Things* (Mawrey, 2015). Perangkat atau aplikasi dapat berkomunikasi dengan *ThingSpeak* menggunakan API (*Application Programming*

Interface), sehingga dapat menyimpan data secara pribadi, atau membuatnya secara publik. Selain itu, *ThingSpeak* dapat digunakan untuk menganalisis dan bertindak atas data pemilik API.

ThingSpeak merupakan open source aplikasi IOT dan API yang dapat digunakan untuk menyimpan data dari sensor (*Things*) (Molloy, 2015: 400). Dengan menggunakan HTTP, sensor dapat mendorong data numerik atau alfanumerik ke server, di mana ia dapat diproses dan divisualisasikan. Aplikasi *ThingSpeak* dapat diinstal pada server yang menjalankan database SQL. Gambar 2.12 merupakan contoh *database* web sensor yang dirancang oleh *Thingspeak*.



Gambar 2. 12 Contoh web sensor ThingSpeak

ThingSpeak digunakan untuk aplikasi yang beragam mulai dari pengumpulan data cuaca dan analisis, untuk sinkronisasi warna lampu di seluruh dunia. *ThingSpeak* menyediakan pengguna dengan penyimpanan data dengan relasi waktu di saluran. Setiap saluran dapat berisi hingga delapan bidang data. *Thingspeak* dapat terhubung dengan perangkat Arduino, Raspberry Pi, Beaglebone, Twitter, Twillio, dan lain lain.

2.1.11. Metode *Research and Development* (R&D)

Metode *Research and Development* atau Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2015 : 407)

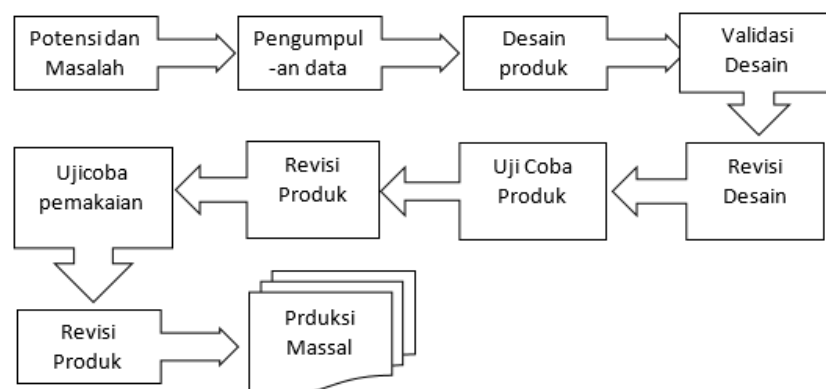
National Science Board dalam “*Research and Development Essential Foundation for U.S Competitiveness in A Global Economy*” (2008 : endnotes) dalam buku Putra (2011: 68) menguraikan Definisi Penelitian dan Pengembangan (R&D) :

“R&D adalah metode penelitian yang secara sengaja, sistematis, bertujuan / diarahkan untuk mencaritemukan, merumuskan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, menguji keefektifan produk, model, metode / strategi / cara / jasa.”

Berdasarkan definisi-definisi yang telah dikemukakan diatas maka dapat disimpulkan bahwa R&D adalah suatu metode yang membutuhkan pengetahuan untuk mengembangkan, menghasilkan suatu produk secara efektif.

2.1.11.1. Langkah - langkah R&D

Langkah – langkah *Research and Development* (R&D) ditunjukkan pada gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Langkah – langkah Metode R&D

Berdasarkan gambar 2.13 dapat diberikan penjelasan sebagai berikut:

a. Potensi dan Masalah

Penelitian berawal dari adanya potensi dan masalah. Suatu masalah dapat dijadikan potensi, apabila seseorang dapat mendayagunakannya. Potensi dan masalah yang dikemukakan dalam penelitian harus ditunjukkan dengan data empirik. Data tentang potensi dan masalah tidak harus dicari sendiri, tetapi bisa berdasarkan laporan penelitian orang lain, atau dokumentasi laporan kegiatan dari perorangan atau instansi tertentu yang masih *up to date*.

b. Pengumpulan data

Setelah potensi dan masalah dapat ditunjukkan secara faktual dan *up to date*, maka selanjutnya perlu dikumpulkan berbagai informasi yang dapat digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk tertentu yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Metode apa yang akan digunakan untuk penelitian tergantung permasalahan dan ketelitian tujuan yang ingin dicapai.

c. Desain Produk

Dalam bidang teknik, desain produk harus dilengkapi dengan penjelasan mengenai bahan – bahan yang digunakan untuk membuat setiap komponen pada produk tersebut, ukuran dan toleransinya, alat yang digunakan untuk mengerjakan, serta prosedur kerja. Dalam produk yang berupa sistem perlu dijelaskan mekanisme penggunaan sistem tersebut, cara kerja, berikut kelebihan dan kekurangannya. Setiap desain produk perlu ditunjukkan dalam gambar kerja atau bagan. Hasil akhir dari kegiatan ini adalah berupa desain produk baru, yang lengkap dengan spesifikasinya.

d. Validasi Desain

Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah rancangan produk secara rasional akan lebih efektif dari yang lama atau tidak. Validasi desain dapat dilakukan dalam forum diskusi dengan menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli untuk menilai produk baru yang dirancang tersebut.

e. Perbaiki Desain

Setelah desain produk divalidasi melalui diskusi dengan pakar dan para ahli lainnya, maka akan diketahui kelemahannya. Kelemahan tersebut selanjutnya dicoba untuk dikurangi dengan cara memperbaiki desain.

f. Uji Coba Produk

Setelah desain produk divalidasi dan direvisi, maka selanjutnya mesin atau sistem tersebut dapat dibuat dalam bentuk prototipe. Prototipe inilah yang selanjutnya diuji coba.

g. Revisi Produk

Jika Produk memiliki beberapa kekurangan yang signifikan maka dibuat revisi desain produk dan diujicobakan kembali hingga mendapatkan hasil yang akurat.

h. Uji Coba Pemakaian

Setelah pengujian terhadap produk berhasil, dan mungkin ada revisi yang tidak terlalu penting, maka selanjutnya produk tersebut diterapkan dalam kondisi nyata untuk lingkup yang luas.

i. Revisi Produk

Revisi produk ini dilakukan, apabila dalam pemakaian kondisi nyata terdapat kekurangan dan kelemahan. Dalam uji pemakaian, sebaiknya pembuat produk selalu mengawasi bagaimana kinerja produk.

j. Pembuatan Produk Massal

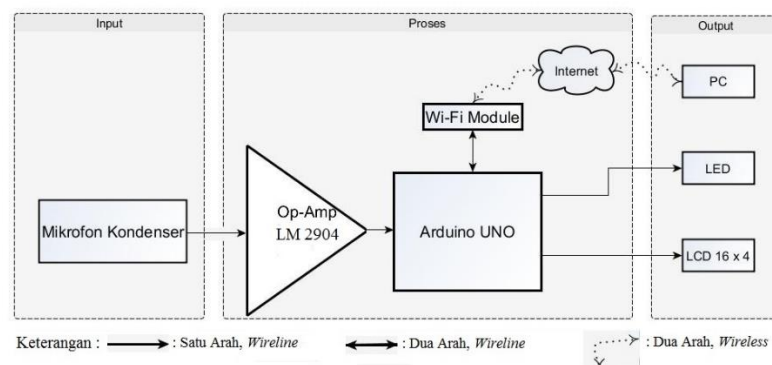
Pembuatan produk massal ini dilakukan apabila produk yang telah diuji coba dinyatakan efektif dan layak untuk diproduksi massal. Untuk dapat memproduksi massal, maka peneliti perlu bekerja sama dengan perusahaan.

2.2. Rancangan Produk

Prototipe Sistem Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi di lingkungan kerja disusun dengan melihat teori-teori yang sudah dibahas sebelumnya, lalu melihat spesifikasi-spesifikasi yang terdapat pada Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi sebenarnya (*Sound Level Meter*), diketahui sistem kerja beserta fungsinya. Untuk dapat memahami sistem yang bekerja pada prototipe, maka sistem digambarkan dalam bentuk blok diagram, *flowchart* (papan alur) dan hipotesis penelitian.

2.2.1. Blok Diagram

Perancangan Prototipe Sistem Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi dengan Arduino UNO dalam bentuk blok diagram dapat dilihat pada gambar 2.14.

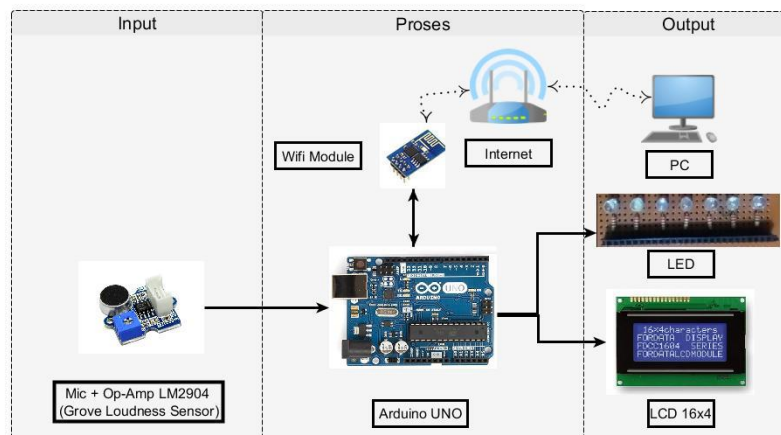


Gambar 2. 14 Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 2.14, maka Prototipe Sistem Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. **Mikrofon kondenser** digunakan sebagai masukan sumber bunyi (sensor bunyi). Masukan tersebut merupakan masukan sinyal analog yang nanti akan diproses di Arduino.
2. **Op-Amp** atau *Operasional Amplifier*, pada prototipe ini digunakan op-Amp LM2904 yang mengacu pada modul *grove loudness sensor*.
3. **Pemrosesan data di Arduino** yaitu melakukan proses *coding* untuk pembacaan data yang diberikan oleh mikrofon yang kemudian disesuaikan dengan perubahan data yang diinginkan. Proses *coding* pada arduino dilakukan dengan bahasa pemrograman IDE (*Integrated Development Environment*).
4. **Wi-Fi Module** digunakan sebagai perantara antara Arduino dengan Komputer (PC) dalam komunikasi data hasil pengukuran sumber kebisingan bunyi.
5. **Internet** menjadi tempat penyimpanan data dengan menggunakan fasilitas *Internet of Things* web dalam bentuk *database*.
6. **PC** menjadi fasilitas dalam monitoring atau menunjukkan hasil keluaran data yang diproses Arduino dalam laman web.
7. **LED** menjadi keluaran data yang menunjukkan skala atau tingkatan kebisingan bunyi.
8. **LCD** menjadi keluaran visual dalam bentuk angka dari hasil pemrosesan data di Arduino.

Bagan blok diagram ini disusun menjadi blok komponen yang ditunjukkan pada gambar 2.15.

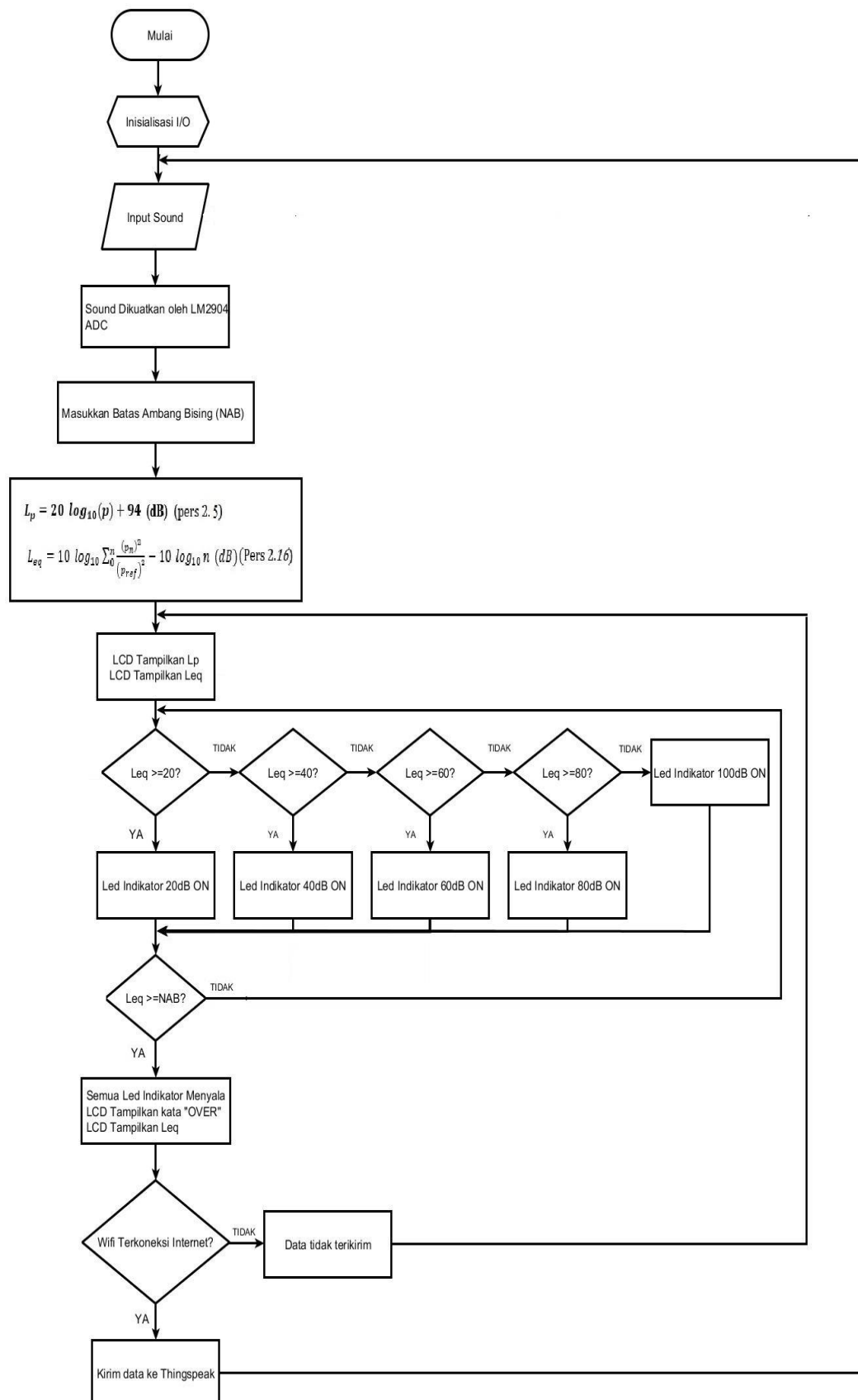


Gambar 2. 15 Blok Komponen

2.2.2. Flowchart (Papan Alur)

Selain dengan blok diagram, sistem dapat dijelaskan melalui *flowchart* (papan alur) pada gambar 2.16. Pada gambar 2.16, sistem dimulai dari masuknya sumber bising (*Noise*). Kemudian nilai sumber bising yang diterima akan dikuatkan dengan op-amp LM2904. Hasil penguatannya diproses dalam arduino dengan sistem ADC lalu memasukkan rumus tingkat tekanan bunyi (L_p) yang mengacu pada persamaan 2.5 dan tingkat kebisingan sinambung setara (Leq) yang mengacu pada persamaan 2.16. Kemudian nilai L_p dan Leq akan dibuat dalam skala yang dimunculkan melalui indikator LED dan nilainya akan dimunculkan pada layar LCD. Untuk hasil perhitungan L_p data akan muncul setiap 1 detik, sedangkan hasil perhitungan Leq akan muncul setiap 5 detik pada layar LCD.

Untuk sistem perekaman data, sistem akan mengenali terlebih dahulu apakah sistem sudah terhubung dengan internet atau belum melalui koneksi wifi. Jika sistem sudah terkoneksi internet, maka perekaman data dapat dilakukan.



Gambar 2. 16 Flowchart Sistem

2.2.3. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritik, blok diagram dan diagram alir (*flowchart*) yang telah dibahas sebelumnya, maka prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi dengan Arduino Uno dan wifi berbasis IoT sudah dianggap selesai jika memiliki nilai selisih akurasi pengukuran sesuai tipe / kelas SLM pembanding atau tidak lebih dari 10 dB sesuai standar *Internasional Electrotechnical Commission (IEC)*. Selain itu, diharapkan prototipe memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Tingkat Akurasi pengujian prototipe dengan SLM standar mencapai 90-100%.
2. Tingkat Kesalahan pengujian prototipe dengan SLM standar mencapai 0-10%.
3. Respon waktu yang dimiliki 1 s.
4. Pengukuran Leq minimal per 5 detik mengacu pada teknik pengukuran menurut Kep-48/MenLH/11/1996.
5. Pengiriman data dengan wifi berbasis IoT *Thingspeak* dan tampilan display pada LCD 16x4.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian skripsi dilakukan di Laboratorium Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penelitian skripsi dimulai dari Januari - Juni 2016.

3.2. Metode Pengembangan Produk

3.2.1. Tujuan Pengembangan

Mengacu pada tujuan penelitian dan perumusan masalah yang telah dibahas sebelumnya, maka tujuan pengembangan produk adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi dalam bentuk prototipe
2. Mengimplementasikan sistem kerja Arduino Uno dalam prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi.
3. Menguji hasil pengukuran tingkat kebisingan bunyi dengan menggunakan alat berstandar internasional.
4. Mengetahui spesifikasi sistem pengukur tingkat kebisingan sesuai standar yang diterapkan secara internasional.
5. Mengetahui sistem penyimpanan data berbasis IoT (*Internet of Things*) sebagai media informasi bagi masyarakat dan lingkungan.

3.2.2. Metode Pengembangan

Berdasarkan metode penelitian yang sudah dibahas sebelumnya maka peneliti menggunakan metode pengembangan *Research dan Development (R&D)*. Namun, peneliti hanya menggunakan 6 langkah metode R&D sesuai kebutuhan peneliti, yaitu :

1. Potensi dan Masalah
2. Pengumpulan data
3. Desain Produk
4. Validasi Desain
5. Perbaiki Desain
6. Uji Coba Produk

3.2.3. Sasaran Produk

Adapun sasaran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Media pembelajaran bagi mahasiswa dalam teknik pengukuran dan instrumentasi di dunia elektronika.
2. Memberikan pengetahuan dalam mengukur tingkat kebisingan secara objektif dan cara mengendalikannya secara efektif.
3. Media Informasi bagi masyarakat dalam hal kenyamanan di lingkungan.

3.2.4. Instrumen

3.2.4.1. Kisi-kisi Instrumen

Kisi-kisi instrumen diperlukan dalam mencapai tujuan pengembangan dan perumusan masalah yang telah dibahas sebelumnya. Adapun komponen dan aspek-aspek yang dievaluasi dalam penelitian dapat dilihat dalam tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Kisi-kisi Instrumen

Aspek yang dievaluasi	Indikator
1. Catu Daya	Multimeter Digital Sanwa CD800a
2. Mikrofon dan Op-Amp a. Sensitivitas b. Kalibrasi c. Tingkat Tekanan Bunyi (Lp) d. Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq)	- <i>Sound Level Meter</i> Bruel & Kjaer tipe 2250 - Multimeter Digital Sanwa CD800a - Osiloskop Iwatsu SS 7805
3. Indikator LED	LED parameter pada prototipe
4. LCD	Tampilan LCD
5. Modul Wi-fi	- ARDUINO IDE 1.6.3 <i>serial monitor</i> - Komputer / Laptop dengan spesifikasi sebagai berikut : o Processor Intel ® Core™ i%-4210U CPU @ 1.70GHz (4 CPUs) o Memori 4.096 GB RAM o Sistem Operasi Windows 10 Pro 64-bit

Bentuk fisik yang digunakan sebagai indikator ditunjukkan pada **Lampiran 1**. Instrumen pendukung yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. *Software* pendukung, terdiri dari :
 - a. Eagle 7.4.0, sebagai pembuatan skematik rangkaian dan layout PCB.
 - b. *Google Sketchup* 2015, sebagai media pembuatan desain prototipe.
 - c. *YED Graph Editor*, sebagai media pembuatan *flowchart* dan blok diagram.
 - d. *Microsoft Office* 2016, sebagai media penelitian.
 - e. *XAMPP Control Panel* v3.2.2 sebagai media *localhost web*
 - f. *Dreamweaver CS3 Portable* sebagai media pembuatan desain web.
 - g. *Adobe Photoshop CS3* sebagai media pembatan desain web.

2. *Hardware* pendukung yang digunakan, terdiri dari :

- a. Bruel & Kjaer *Power Amplifier Type 2734*
- b. *Loudspeaker* Bruel & Kjaer *Omni Power 4292-L*
- c. *Pistonphone* Kalibrator Bruel & Kjaer tipe 4231
- d. *Tripod* Penyangga *Sound Level Meter*

3.2.4.2. Validasi Instrumen

Indikator yang digunakan sebagai kisi-kisi instrumen telah divalidasi oleh pakar / ahli yang berada di Laboratorium Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

3.3. Prosedur Pengembangan

3.3.1. Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi

Pada tahap pengumpulan informasi, peneliti mencari kajian teoritik yang berhubungan dengan Prototipe Sistem Pengukur Tingkat kebisingan bunyi dari berbagai referensi, baik itu buku primer, jurnal, *e-book*, atau laman web bersisi data yang dibutuhkan.

3.3.2. Tahap Perencanaan

Berdasarkan hasil kajian teoritik dan kerangka berpikir yang telah dikemukakan sebelumnya, Prototipe Sistem Pengukur Tingkat Kebisingan Bunyi dirancang dengan Arduino UNO sebagai pemroses data dari mikrofon kondenser yang merupakan transduser bunyi. Mikrofon kondenser ini lalu terhubung dengan Op-Amp Tipe LM2904 dalam modul *Grove Loudness Sensor*.

Hasil perhitungan sinyal masukan mikrofon menjadi nilai ADC kemudian memasukkan persamaan 2.5 untuk tingkat tekanan bunyi (L_p) dan persamaan

2.16 pada tingkat kebisingan sinambung setara (Leq) dalam Arduino UNO. Data yang telah diberikan persamaan ditampilkan LCD 16x4 dalam bentuk digital dan Led sebagai indikator. Pengiriman dan penyimpanan data berbasis IoT (*Internet of Things*) dilakukan secara *wireless* oleh modul wifi ESP8266.

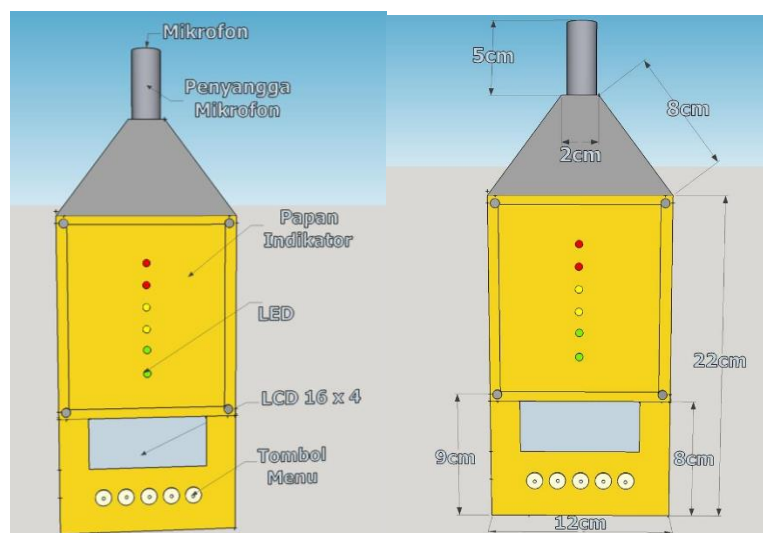
3.3.3. Tahap Desain Produk

Pada tahap desain produk, peneliti membuat 3 rancangan dalam penyelesaian desain, yaitu perancangan desain alat, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

3.3.3.1. Perancangan Desain Prototipe

Prototipe dibuat dengan bahan Akrilik transparan dengan ketebalan 5mm. Sebagai *cover* atau sampul, prototipe akan menggunakan bahan skotlet berwarna emas. Sebagai penyangga, prototipe dipasang pada tripod atau diletakkan di meja sesuai aturan yang telah dibahas sebelumnya. Berikut perancangan desain alat pada tampak depan dan tampak samping.

1. Tampak depan

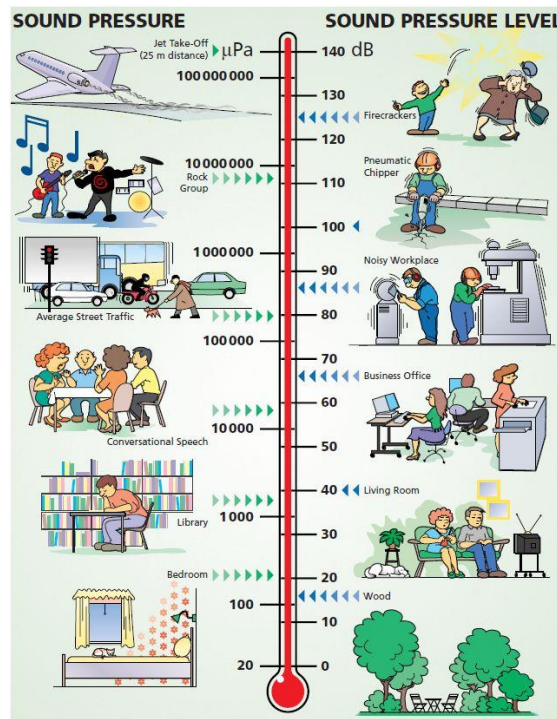


Gambar 3. 1 Desain Alat Tampak Depan

Pada gambar 3.1 diberikan 5 Push Button sebagai pilihan menu dengan label Select, Up, Down, Back, Reset. Berikut arti dari masing – masing label :

1. Select : Memilih menu pada layar LCD .
2. Up : Cursor menaikkan nilai Batas Ambang Bising.
3. Down : Cursor menurunkan nilai batas Ambang Bising.
4. Back : Kembali pada menu sebelumnya
5. Reset : Mengulang sistem kembali ke menu awal.

Pada papan indikator diberikan ilustrasi gambar skala SPL, tingkat desibel dalam kelipatan 10, beserta contoh sumber bunyi. Ilustrasi gambar dapat dilihat pada gambar 3.2.

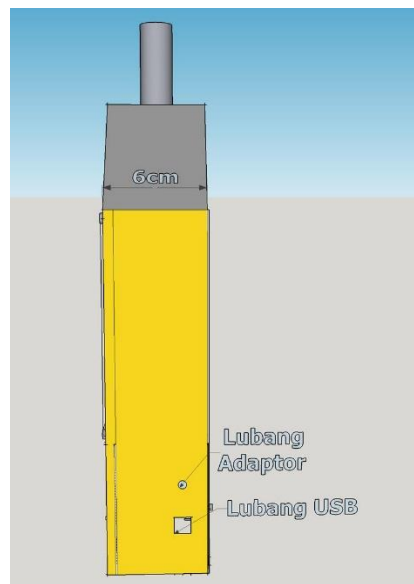


Gambar 3. 2 Indikator Tingkat Tekanan Bunyi

Pada desain alat posisi indikator LED dipasang pada skala – skala berikut :

1. ● : Indikator skala 0 - 40 dB, mengindikasikan kondisi lokasi pengukuran sangat hening (≤ 20 dB) dan Hening ($20 \leq x \leq 40$ dB).
2. ● : Indikator skala 60 – 80 dB, mengindikasikan kondisi lokasi pengukuran mulai bising $60 \leq x \leq 80$ dB.
3. ● : Indikator skala 100 – 120 dB, mengindikasikan kondisi lokasi pengukuran sangat bising ($80 \leq x \leq 100$ dB) dan tidak dapat toleransi lagi ($100 \leq x \leq 120$ dB).

2. Tampak Samping

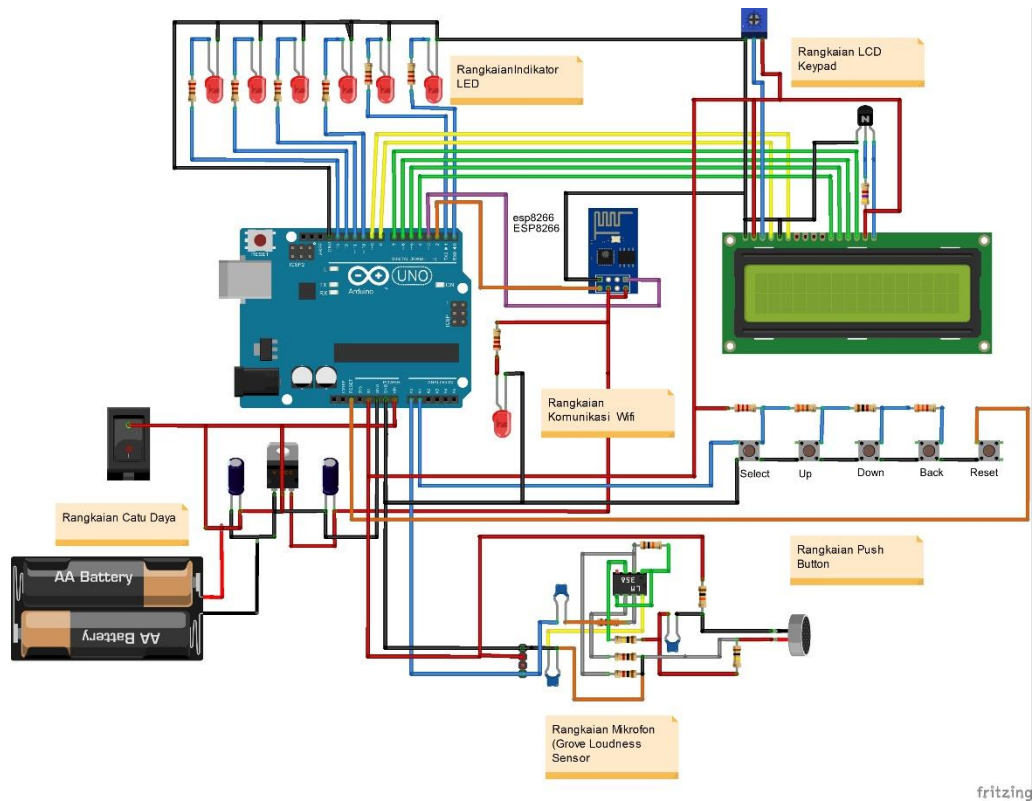


Gambar 3. 3 Desain Alat Tampak Samping

Pada gambar 3.3 terdapat dua lubang adaptor sebagai opsi masukan sumber tegangan. Box komponen berisi seluruh rangkaian yang digunakan kecuali rangkaian sensor bunyi dan rangkaian indikator LED. Agar mempermudah perbaikan rangkaian, dipasang engsel dan baut pada masing – masing box. Terdapat tombol saklar yang terletak di samping prototipe sebagai perantara sumber tegangan dengan rangkaian.

3.3.3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada prototipe sistem ini berupa skema rangkaian dan penggunaan komponen yang telah dijelaskan sebelumnya. Skema rangkaian lengkap dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Skema Rangkaian Lengkap Prototipe

Bagian – bagian rangkaian yang terdapat pada gambar 3.4 dapat dijelaskan sebagai berikut.

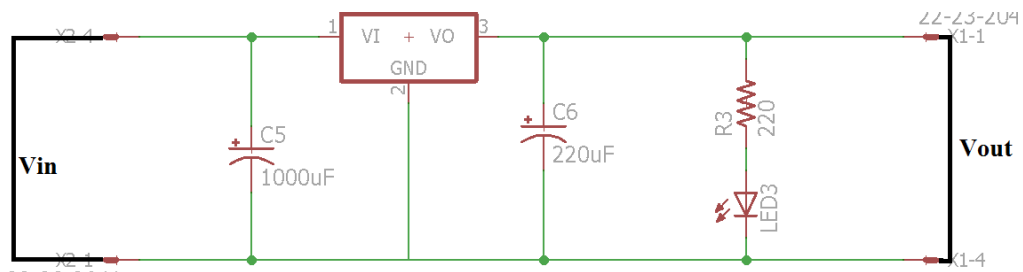
1. Rangkaian Catu Daya

Sumber yang digunakan pada penelitian ini menggunakan powerbank seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Powerbank

Untuk Sumber tegangan Arduino, Rangkaian LCD dan Mikrofon, sumber berasal dari *powerbank* lalu dipasang pada pin keluaran tegangan Arduino Vcc 5 Volt. Pada sumber tegangan Wifi ESP8266, sumber dipasang dengan rangkaian regulator 3.3V menggunakan IC KIA 78D33.



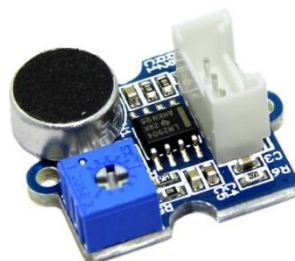
Gambar 3. 6 Rangkaian Regulator 3.3 Volt

Gambar 3.6 merupakan gambar rangkaian regulator 3.3 Volt menggunakan IC KIA 78D33. Tegangan masukan (V_{in}) dari rangkaian regulator menggunakan baterai DC 9 Volt. Sedangkan untuk tegangan keluaran (V_{out}) dipasang pada tegangan masukan Modul Wifi ESP8266.

2. Rangkaian Mikrofon dan Op-Amp

Rangkaian mikrofon dan op-amp yang digunakan pada penelitian ini menggunakan modul *grove loudness sensor*. Modul *grove loudness sensor* dapat mendeteksi tingkat kekerasan bunyi pada lingkungan (seed wiki, 2015).

Komponen ini terdiri dari penguat amplifier LM2904 yang berfungsi untuk menguatkan dan memfilter frekuensi tinggi yang diterima oleh mikrofon sehingga menghasilkan adanya akuisisi data pada arduino. Gambar 3.7 merupakan gambar modul *Grove loudness sensor*.

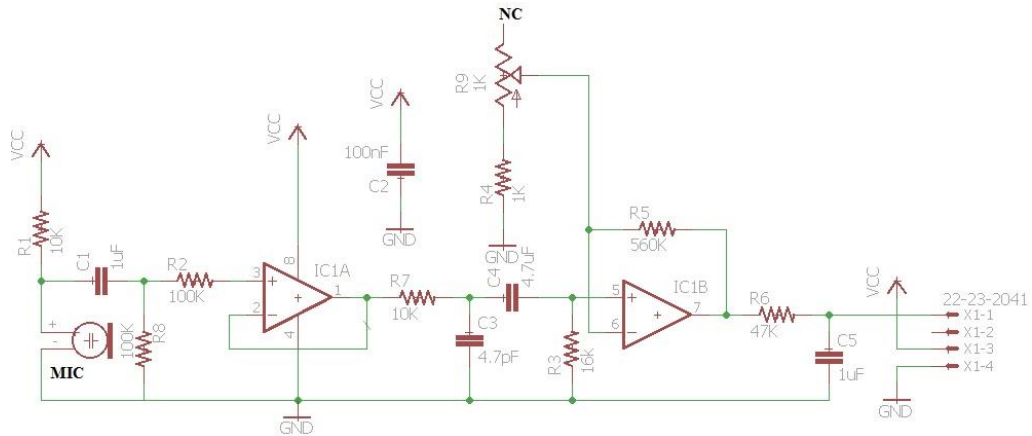


Gambar 3. 7 Modul *Grove Loudness Sensor*

Untuk menghindari gangguan sinyal yang tidak diperlukan, sinyal input akan melakukan dua kali filter pada modul ini. Nilai keluaran pada modul ini tergantung pada tingkat masukan bunyi yang ditangkap. Berikut spesifikasi dari modul *grove loudness sensor* berdasarkan wikidata dari pabrik yang juga terlampir pada **lampiran 2a** (seeed wiki, 2015):

1. Tegangan operasi : 3.5 ~10V DC
2. Rentang Frekuensi : 50 ~2000 Hz
3. Sensitivitas : -48~66dB
4. *Signal-to-Noise Ratio* : > 58 dB
5. Rentang sinyal keluaran : Sinyal Analog (0 – 1023)

Gambar 3.8 menunjukkan skema rangkaian dari modul *grove loudness sensor* (seeed wiki, 2015).

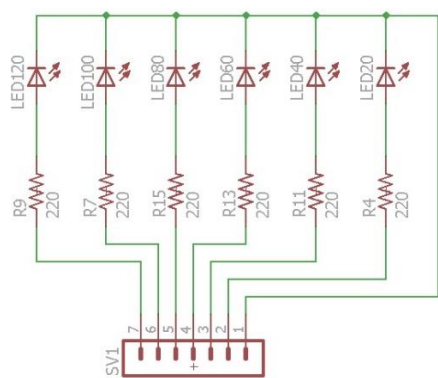


Gambar 3. 8 Skema Rangkaian Grove Loudness Sensor

Pada gambar 3.8, *Grove loudness sensor* menggunakan rangkaian pengikut tegangan (*buffer*) dan penguat *non-inverting*. Untuk rangkaian filter *grove loudness sensor* menggunakan rangkaian *band pass filter (BPF)*.

3. Rangkaian Indikator LED

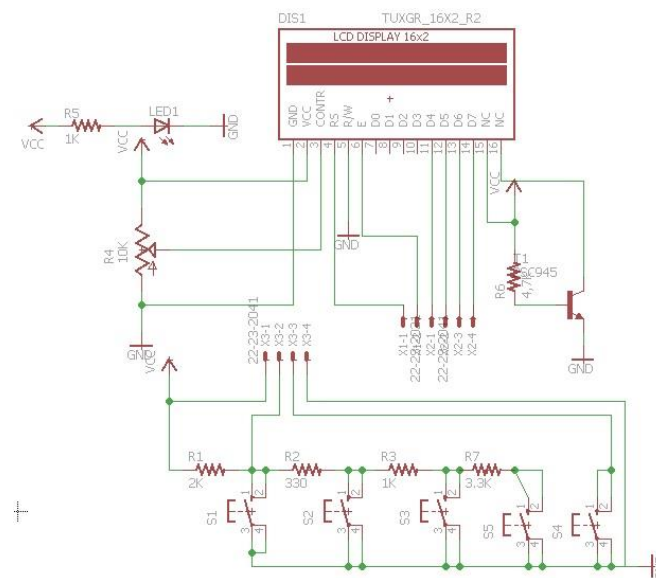
Rangkaian Indikator LED merupakan rangkaian yang terdiri dari 5 buah LED sebagai indikasi tingkat kebisingan bunyi dalam bentuk skala dengan kelipatan nilai +20dB. Nilai indikasi terendah 20dB dan tertinggi 100dB. Gambar 3.9 merupakan skema rangkaian yang digunakan sebagai layout PCB pada prototipe.



Gambar 3. 9 Skema Rangkaian Indikator LED

4. Rangkaian LCD dan tombol menu

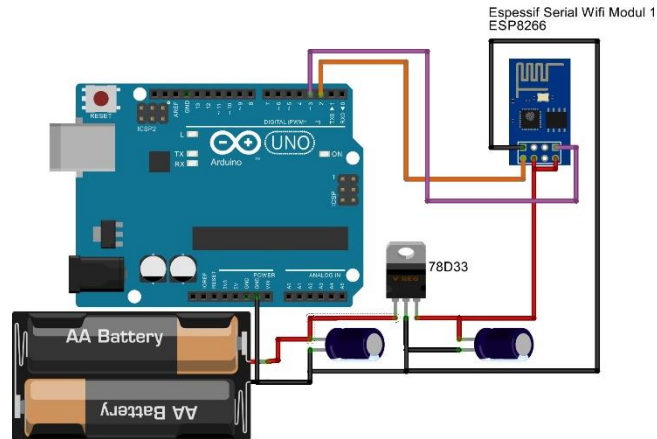
Rangkaian LCD dan tombol menu merupakan rangkaian penunjuk hasil pengukuran tingkat kebisingan bunyi dalam bentuk angka. LCD yang digunakan adalah LCD 16x4. Rangkaian yang digunakan menggunakan sistem LCD paralel dimana masing – masing pin LCD terpasang langsung pada Arduino, seperti pin *enable*, *reset* dan bit data (D4,D5,D6,D7). Tombol menu menggunakan prinsip pembagi tegangan agar menghemat penggunaan pin pada Arduino. Gambar 3.10 merupakan skema rangkaian LCD tombol menu yang digunakan pada layout PCB.



Gambar 3. 10 Skema Rangkaian LCD Keypad

5. Rangkaian Modul Wifi

Rangkaian modul wifi yang digunakan adalah modul wifi ESP8266. *Espressif Systems Smart Connectivity Platform (ESCP/ESP) 8266* merupakan perangkat modul wifi yang bekerja dengan sistem *AT command Test*. Pemasangan modul wifi ESP8266 pada Arduino UNO pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Rangkaian Modul Wifi ESP8266 dengan Arduino Uno

Karena kondisi sumber dan arus yang tidak cocok dengan arduino UNO maka modul menggunakan rangkaian *regulator* 78D33. Berikut Spesifikasi Modul Wifi ESP8266 (Systems, Espressif, 2013) :

- Tegangan operasi 3.0 – 3.6 Volt dan arus 80mA.
- 802.11 b/g/n protocol
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Integrated TCP/IP protocol stack
- Bekerja pada frekuensi 2,4GHz

3.3.3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dirancang berupa pemrograman pada Arduino UNO dan pembuatan akun Thingspeak untuk mendapatkan kunci API yang dapat digunakan dalam pengiriman data melalui IoT Thingspeak. Berikut penjelasan dari masing – masing perancangan perangkat lunak.

a. Perancangan program Arduino

Perancangan program Arduino menggunakan Arduino IDE versi 1.6.3. Dalam pemrograman Arduino IDE, hendaknya dibuat inisialisasi pada penggunaan pin *input* dan *output* serta *library* yang digunakan. *Library* yang digunakan berasal pada situs github.com, yaitu *LiquidCrystal.h* (Github, 2017) dan *SoftwareSerial.h* (Github, 2017). Berdasarkan skema rangkaian pada gambar 3.4, penggunaan pin dapat dilihat pada tabel 3.2.

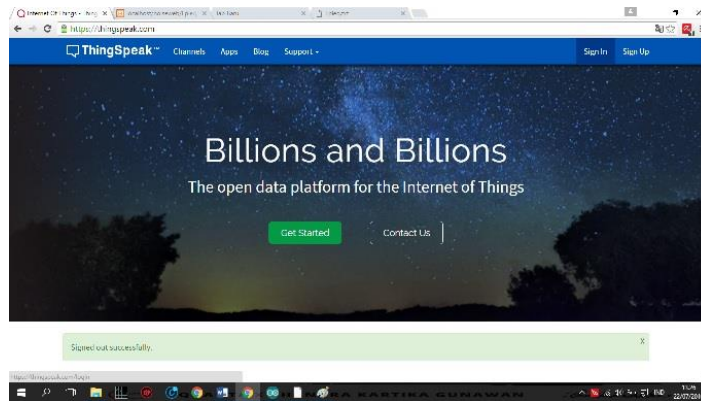
Tabel 3. 2 Tabel Penggunaan Pin Arduino UNO

No	Perangkat Keras	Pin Perangkat Keras yang Terhubung	Pin Arduino UNO R3	Penggunaan <i>Library</i>
1	<i>Grove Loudness Sensor</i>	<i>Signal Input</i>	<i>A0</i>	-
2	Indikator LED	<i>Led Output (20dB)</i>	<i>0</i>	-
		<i>Led Output (40dB)</i>	<i>1</i>	
		<i>Led Output (60dB)</i>	<i>10</i>	
		<i>Led Output (80dB)</i>	<i>11</i>	
		<i>Led Output (100dB)</i>	<i>12</i>	
		<i>Led Output (120dB)</i>	<i>13</i>	
3	LCD dan menu <i>push button</i>	<i>Keypad Button</i>	<i>A1</i>	<i>LiquidCrystal.h</i>
		<i>RS (Receive Signal)</i>	<i>8</i>	
		<i>E (Enable)</i>	<i>9</i>	
		<i>Bit Data D4</i>	<i>4</i>	
		<i>Bit Data D5</i>	<i>5</i>	
		<i>Bit Data D6</i>	<i>6</i>	
4	Wifi ESP8266	<i>Tx (Transmitter)</i>	<i>2 (Rx)</i>	<i>SoftwareSerial.h</i>
		<i>Rx (Receiver)</i>	<i>3 (Tx)</i>	

b. Pembuatan akun IoT Thingspeak

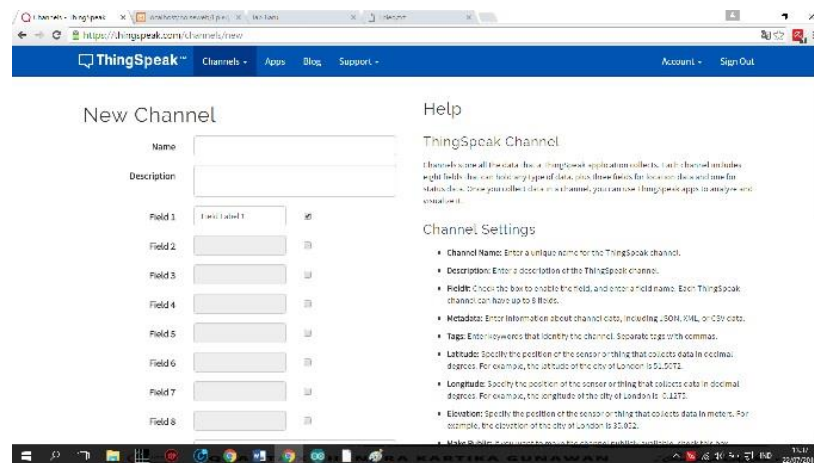
Dalam perancangan grafik pada IoT *Thingspeak.com* dilakukan beberapa langkah seperti pada gambar 3.12-gambar 3.14 :

1. Registrasi pembuatan akun Iot pada web www.thingspeak.com.



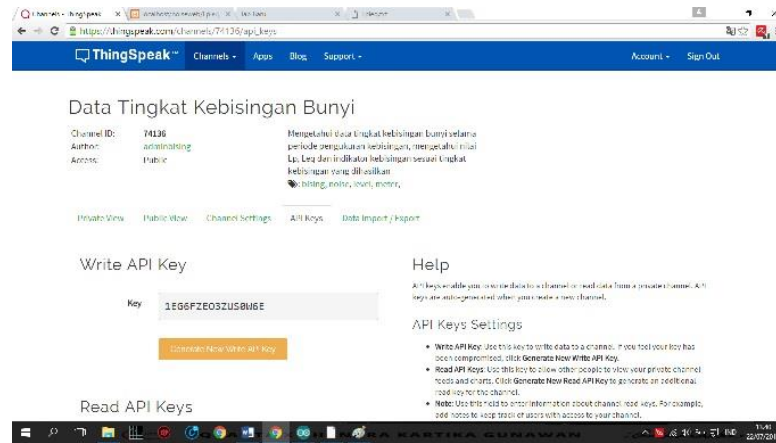
Gambar 3. 12 Halaman Awal web IoT *Thingspeak*

2. Setelah melakukan registrasi, masuk ke akun IoT dengan *username* dan *password* yang telah dibuat.
3. Setelah masuk dalam akun IoT *Thingspeak*, buat *channel* grafik yang ingin dibuat dengan IoT *Thingspeak*



Gambar 3. 13 Pembuatan *channel* pada akun IoT *Thingspeak*

4. Dapatkan kunci API (*Application Programming Interface*) dan ID *channel* grafik sebagai fungsi *coding* di pemrograman arduino.



Gambar 3. 14 API key dan *channel ID* pada akun IoT Thingspeak

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Pada teknik pengumpulan data, peneliti melakukan beberapa pengujian yang mengacu pada perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, yaitu:

3.4.1. Rangkaian Catu Daya

Pada rangkaian catu daya, peneliti mengukur besar tegangan *powerbank*, mengukur besar tegangan yang diterima Arduino pada pin 5V dan mengukur besar tegangan pada rangkaian regulator 3.3 V sebagai sumber tegangan pada modul wifi ESP8266. Pengukuran menggunakan multimeter digital Sanwa CD800a. Gambar 3.15 menunjukkan teknik pengumpulan data dengan pengukuran catu daya.

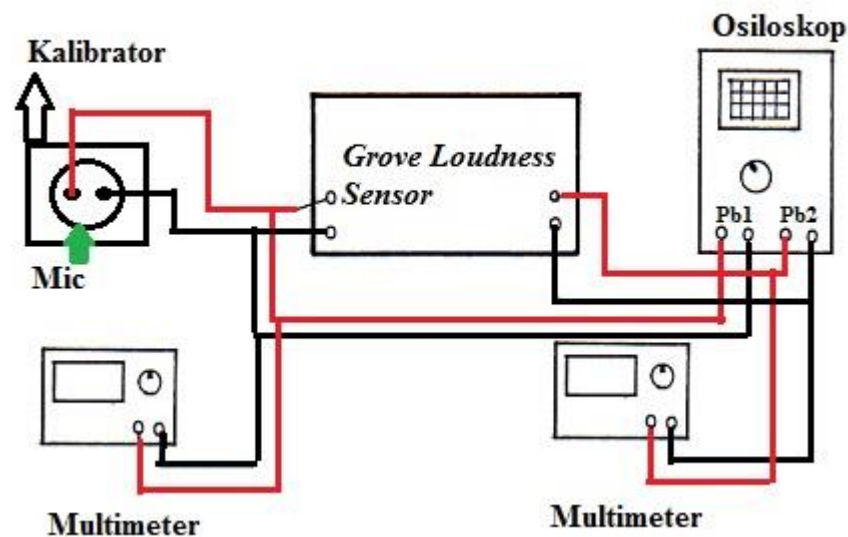


Gambar 3. 15 Teknik Pengumpulan Catu Daya

3.4.2. Rangkaian Mic dan Op-Amp

Pada Rangkaian Mic dan Op-Amp pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut :

- Pengujian Sensitivitas dengan menggunakan Kalibrator *Bruel & Kjaer* tipe 4231. Adapun spesifikasi dari kalibrator dapat dilihat sebagai berikut (Bruel & Kjaer, 2017) :
 1. Standar spesifikasi : IEC 942 Class 1, ANSI S1.40
 2. Nominal SPL : $94.0 \text{ dB} \pm 0.2 \text{ dB re. } 20\mu\text{Pa}$
 3. Frekuensi : $1 \text{ kHz} \pm 0.1\%$



Gambar 3. 16 Teknik Pengujian Kalibrasi pada Modul *Grove Loudness Sensor*.

Gambar 3.16 menunjukkan teknik pengujian *Grove Loudness Sensor* dengan mengukur tegangan puncak ke puncak (V_{pp}) dari mikrofon kondenser dan tegangan keluaran (V_{out}) dari modul *grove loudness sensor* ketika kalibrator dipasang pada mikrofon. Modul diukur sebanyak 15 sampel pada tegangan keluaran modul dengan mengubah nilai *trimmer* pada

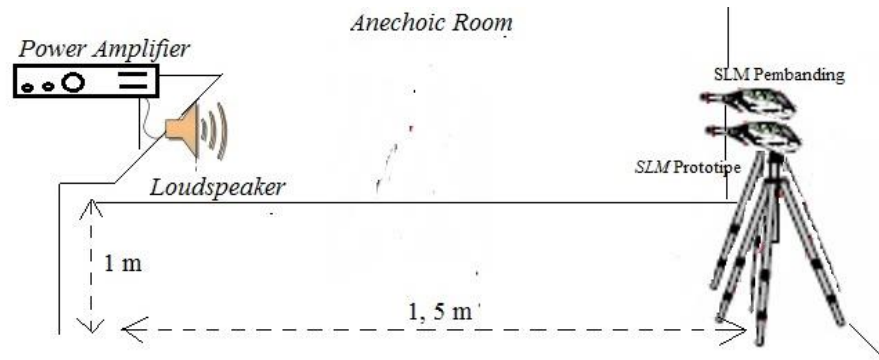
modul. Hasilnya akan dimasukkan dalam persamaan 2.9 untuk mendapatkan nilai sensitivitas dalam satuan desibel (dB).

- Pengujian kalibrasi dengan mengukur hambatan dan keluaran opamp dari modul *Grove Loudness Sensor*. Hasil dari pengukuran tegangan keluaran opamp dimasukkan dalam program arduino hingga hasil nilai desibel menunjukkan nilai yang sama dengan kalibrator yaitu 94 dB.
- Pengumpulan data sebanyak 50 sampel dengan mengukur tegangan keluaran modul ketika diberi sumber bunyi *white noise* dari *power amplifier* lalu dibandingkan dengan SLM Pembanding untuk mendapatkan rerata nilai selisih dan akurasi pada tingkat tekanan bunyi (L_p) dan 50 sampel untuk mendapatkan tingkat akurasi pada tingkat kebisingan sinambung setara (L_{eq}).

Teknik pengumpulan data yang dilakukan peneliti terhadap prototipe mengacu pada standar pengukuran kebisingan pada subbab 2.1.9.6, yaitu:

- a. Diberikan sumber bunyi yaitu *white noise* dari *power amplifier* Bruel & Kjaer tipe 2734 yang dipasangkan dengan *Loudspeaker*.
- b. Diberikan *Sound Level Meter* Bruel & Kjaer tipe 2250 sebagai SLM pembanding dengan prototipe. SLM diletakkan dengan jarak maksimal 5cm sejajar berdampingan dengan prototipe.
- c. Jarak antara sumber bunyi 1,5 meter dengan prototipe dan SLM pembanding.
- d. Tinggi *Loudspeaker*, Prototipe dan SLM Pembanding 1 m dari atas tanah.

Adapun denah teknik pengumpulan data dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Denah Teknik Pengukuran

3.4.3. Rangkaian Indikator LED

Pada Rangkaian Indikator LED peneliti menguji apakah rangkaian indikator LED dalam kondisi baik atau tidak dengan mengujinya pada program, apakah indikator LED pada 20 dB menyala ketika tingkat tekanan bunyi menunjukkan nilai 20 dB dan seterusnya hingga mencapai tingkat indikator maksimal pada *Power Amplifier* yang digunakan saat penelitian.

3.4.4. Rangkaian LCD dan tombol menu

Pada Rangkaian LCD dan tombol menu, Rangkaian diuji dengan melihat apakah tampilan LCD dan tombol menu sudah sesuai dengan pemrograman menu yang dibuat pada Arduino IDE atau belum.

3.4.5. Rangkaian Modul Wifi

Pada Rangkaian modul wifi, rangkaian diuji dengan melihat apakah modul wifi sudah bekerja dengan baik dalam fungsi *AT command* yang diberikan pada program, apakah sudah mengirimkan data L_p dan L_{eq} ke Iot Thingspeak dengan baik dan melihat tampilan hasil pengiriman datanya pada laman IoT.

3.5. Teknik Analisis Data

Mengacu pada metode penelitian *RnD* dan Aspek yang dievaluasi pada instrumen maka teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menguji prototipe yang sudah dibuat. Adapun pengujian yang dilakukan pada prototipe sebagai berikut :

3.5.1. Pengujian Catu Daya

Pada pengujian catu daya, sumber tegangan utama yaitu *Powerbank* USB 5 Volt 1A dan 2A, keluaran rangkaian regulator 3.3 Volt dan keluaran tegangan dari pin 5V Arduino diukur sesuai kriterianya. Tabel 3.3 menunjukkan kriteria pengujian catu daya.

Tabel 3. 3 Kriteria Pengujian Catu Daya

No	Sumber Tegangan / Catu Daya	Kriteria Pengukuran	Hasil Pengukuran
1	<i>Powerbank</i> USB 5 V	5 Volt DC	
2	Pin Vcc 5 Volt Arduino	5 Volt DC	
3	Rangkaian regulator 3.3 V	3,3 Volt DC	

3.5.2. Pengujian Mikrofon dan Op-Amp

3.5.2.1. Pengujian Kalibrasi

Mengacu pada teknik pengumpulan data adapun kriteria pengujian kalibrasi terbagi dalam 2 jenis, yaitu pengujian nilai sensitivitas pada tabel 3.4 dan pengujian kalibrasi pada tabel 3.5. Pengujian sensitivitas dilakukan untuk mendapatkan nilai referensi tegangan dari mikrofon dengan menggunakan persamaan sensitivitas pada persamaan 2.9. Kalibrator dipasang pada mic untuk diukur tegangan pada mikrofon.

Tabel 3. 4 Kriteria Pengujian Sensitivitas

No	Tranduser Bunyi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengukuran (V)	Hasil Perhitungan (dB)
1	Mikrofon Kondenser 1/4" Grove Loudness Sensor	-48 s/d 66 dB		

Kriteria pengujian sensitivitas pada tabel 3.4 yang digunakan berupa rentang sensitivitas yang terdapat pada lembar spesifikasi modul *Grove Loudness Sensor*. Gambar yang ditunjukkan pada pengujian sensitivitas berupa bentuk gelombang dari tegangan keluaran mikrofon kondenser dengan masukan kalibrator Bruel & Kjaer tipe 4231.

Tabel 3. 5 Kriteria Pengujian Kalibrasi

No	Instrumen Pengujian	Kriteria Pengujian (dB)	Hasil Pengukuran			Tingkat Akurasi (%)
			(Ω)	(Vout)	(dB)	
1	Kalibrator Bruel &Kjaer tipe 4231	94				

Tabel 3.5 menunjukkan kriteria pengujian kalibrasi dengan menggunakan spesifikasi nilai desibel (dB) dari kalibrator Bruel & Kjaer 4231. Hasil pengukuran diambil pada 3 indikator, yaitu pengukuran hambatan, tegangan keluaran dan nilai desibel (dB) pada layar prototipe. Untuk pengukuran hambatan, Trimmer mulai diposisikan pada nilai hambatan terendah kemudian diukur tegangan keluarannya. Hasilnya dengan melihat nilai Lp (dB) pada layar LCD 16 x 4 hingga sudah sesuai dengan kalibrator yaitu 94dB.

3.5.2.2. Pengujian Tingkat Tekanan Bunyi (Lp)

Mengacu pada teknik pengumpulan data, pengujian tingkat tekanan bunyi dilakukan dengan membandingkan prototipe dengan SLM Pembanding untuk kemudian hasilnya akan dilihat dari grafik, rentang selisih dan diketahui rerata akurasinya. Kriteria pengujian Lp dapat ditunjukkan pada tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Kriteria Pengujian Lp

No.	Skala Lp (dB)	Hasil Pengukuran Lp (dB)		Selisih (dB)	Akurasi (%)
		SLM Pembanding (Bruel & Kjaer tipe 2250)	Prototipe		
1.					

Adapun untuk nilai Rentang (*Span*) dan rerata akurasi dan toleransinya terhadap Lp dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Tabel Data Rentang (*Span*) dan Akurasi terhadap Lp

No.	Prototipe	Rentang Dinamis (dB)	Akurasi (%)
1	SLM Prototipe		

3.5.2.3. Pengujian Tingkat kebisingan Sinambung Setara (Leq)

Mengacu pada teknik pengumpulan data, pada pengujian Leq, hasilnya akan dilihat dari grafik, rentang selisih antara nilai Leq SLM pembanding dengan prototipe dan diketahui tingkat akurasinya. Kriteria Pengujian Leq ditunjukkan pada tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Kriteria Pengujian Leq

No.	Skala Leq (dB)	Hasil Pengukuran Leq (dB)		Selisih (dB)	Akurasi (%)
		SLM Pembanding (Bruel & Kjaer tipe 2250)	Prototipe		
1.					

Untuk nilai Rentang (*Span*) dan rerata akurasi Leq dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Tabel Data Rentang (*Span*) dan Akurasi terhadap Leq

No.	Prototipe	Rentang Dinamis (dB)	Akurasi (%)
1	SLM Prototipe		

3.5.3. Pengujian Indikator LED

Pada pengujian Indikator LED, LED akan menyala sesuai nilai susunan tingkat tekanan bunyi yang tertera pada gambar indikator. Berikut Kriteria Pengujian Indikator LED pada tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Kriteria Pengujian Indikator LED

No	Skala Indikator (dB)	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian (Gambar)	Keterangan
1	20	LED menyala sesuai Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq)		
2	40			
3	60			
4	80			
5	100			

3.5.4. Pengujian LCD dan tombol menu

Pada pengujian LCD dan tombol menu, Kriteria pengujiannya LCD akan menampilkan menu sesuai susunan tampilan menu pada program Arduino. Berikut kriteria pengujian dari LCD dan tombol menu pada tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Kriteria Pengujian LCD dan tombol menu

No	Letak Tampilan	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian (Gambar)	Keterangan
1	LCD (<i>LiquidCrystal</i>)	LCD menampilkan Tampilan awal menu		
		LCD menampilkan tampilan untuk memilih batas NAB.		

		LCD menampilkan tampilan perhitungan Lp dan Leq		
		LCD menampilkan perintah tampilan "OVER" jika Leq melebihi NAB.		

3.5.5. Pengujian Komunikasi Wi-Fi

Pengujian pada komunikasi Wi-Fi meliputi pengujian AT *commands*, koneksi antara laman web dengan perangkat wi-fi ESP8266 dan pengiriman data Lp dan Leq pada laman web melalui web IoT www.Thingspeak.com. Kriteria pengujian pada Komunikasi Wi-Fi dengan AT *Commands* ditunjukkan pada tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Kriteria Pengujian Komunikasi Wi-Fi dengan AT *Commands*

No	Bentuk Komunikasi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian (Gambar)	Keterangan
1	Wifi ESP8266 dengan ARDUINO IDE 1.6.3 <i>Serial Monitor</i> .	AT		
		AT+RST		
		AT+GMR		
		AT+CWLAP		
		AT+CWJAP		
		AT+CIFSR		
		AT+CIPMUX		
		AT+CIPSTART		
		AT+CIPSEND		

Pengujian komunikasi wifi dengan kriteria pengujian pada grafik IoT

Thingspeak dapat dilihat pada tabel 3.13.

Tabel 3. 13 Kriteria Pengujian Komunikasi Wi-Fi dengan IoT *Thingspeak*

No	Bentuk Komunikasi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian (Gambar)	Ket
1	Wifi ESP8266 dengan Akun IoT <i>Thingspeak</i>	Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq)		

BAB IV

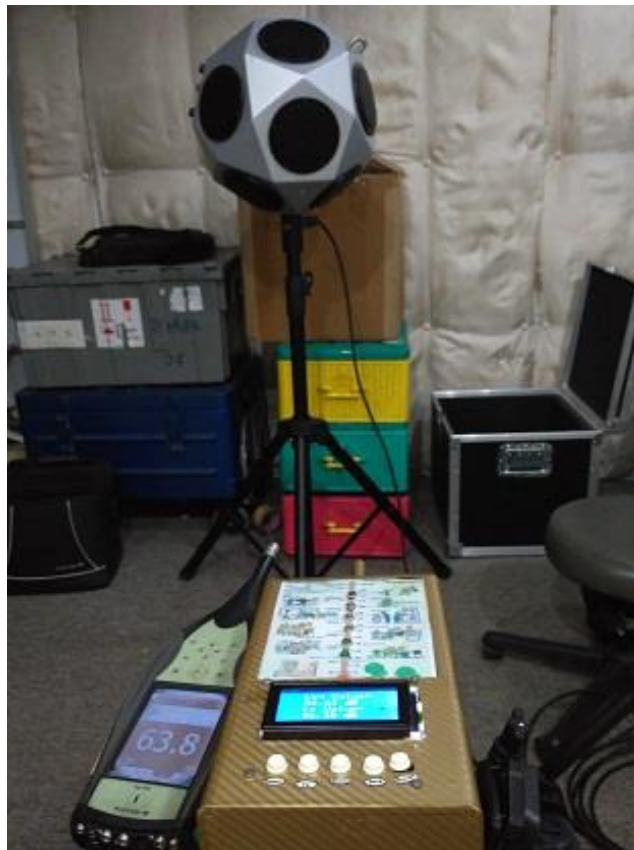
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengembangan Produk

Berdasarkan penyusunan blok diagram, *flowchart* beserta desain produk yang telah dirancang, maka berikut gambaran lokasi penelitian, karakteristik responden dan hasil implementasi dari desain produk yang telah dibuat.

4.1.1. Lokasi Penelitian

Mengacu pada teknik pengumpulan data yang diberikan, gambaran lokasi penelitian pada prototipe dapat ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4. 1 Gambaran Lokasi Penelitian

Gambar 4.1 menunjukkan lokasi penelitian untuk pengujian tingkat tekanan bunyi (L_p) dan tingkat kebisingan sinambung setara (L_{eq}). Untuk pengujian kalibrasi ditunjukkan pada gambar 4.2. Teknik Pengukuran pada L_p , L_{eq} dan kalibrasi dapat dilihat pada **lampiran 2.g**.






Gambar 4. 2 Lokasi Penelitian Pengujian Kalibrasi

4.1.2. Implementasi Desain Prototipe

Hasil Implementasi desain prototipe yang telah dibuat dapat ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Implementasi Desain Prototipe

No	Visual <i>Prototype</i>	Hasil Implementasi
1	Tampak Depan	

2	Tampak Samping (Kiri)			
3	Tampak Samping (Kanan)			
4	Tampak Belakang			

4.2. Kelayakan Produk

Sebuah prototipe layak untuk di uji coba atau tidak dengan melihat penggunaan persamaan atau perhitungan dengan teori yang tepat. Metode yang digunakan dalam menguji kelayakan teoritis dengan membandingkan penggunaan persamaan pada program dengan persamaan yang sesuai dengan teori.

Objek yang digunakan dalam uji coba produk adalah *power amplifier* Bruel & Kjaer tipe 2734 yang digunakan. Hasil pengujian kelayakan persamaan pada program Arduino disusun dalam tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kelayakan Pemrograman dengan Rumus

No.	Persamaan / Rumus	Pemrograman
1.	Konversi ADC ke RMS : $X_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^n (x_n)^2}$	temp += ((float)rms * (float)rms); temp /= nosam; rms = (unsigned int)sqrt(temp);
2.	Nilai Tekanan Bunyi (Po) : 2.1 $ADCres = \frac{V_{out(max)}(V_{cc})}{2^n - 1}$ 2.2 $P = \frac{V_{out}(V)}{Sensitivity(\frac{V}{Pa})}$	void printPo() { adc_rms(&hitung_lp); nilai_lp = (hitung_lp * ADCres); ..2.1 po = (nilai_lp / sen); ...2.2 }
3.	Tingkat Tekanan Bunyi (Lp) : $L_p = 20 \log_{10}(p) + 94$	//hitung Lp printPo(); count_lp = ((20 * (log10(po))) + 94);
4.	Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq) : $L_{eq} = 10 \log_{10} \sum_0^n \frac{(p_n)^2}{(p_{ref})^2} - 10 \log_{10} n$	//hitung Leq float pmean = (po * po); //rumus pmean p=p+pmean; nilai_leq = (float)(10 * (log10(p)) + 94); if (hit==5) { leqout = nilai_leq - (10 * (log10(hit))) ; leq = leqout; p=0; hit=0; } }

Agar mendapatkan penjelasan lebih lengkap, program Arduino IDE dapat dilihat pada **lampiran 2b**. Berdasarkan tabel 4.2, maka prototipe layak diuji coba sesuai prosedur yang berada pada teknik pengumpulan data dan teknik analisis data.

4.3. Efektifitas Produk

Efektifitas produk dapat dilihat berdasarkan hasil implementasi dan pengujian dari perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibuat. Adapun bentuk hasil pengujian dapat dijelaskan sebagai berikut :

4.3.1. Hasil Pengujian Catu Daya

Catu daya yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 5 Volt DC dan 3.3 Volt DC. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan apakah nilai tegangan yang dikeluarkan cukup untuk memenuhi persyaratan pada penggunaan prototipe. Hasil dari pengujian catu daya dilampirkan pada **lampiran 2c** yang dirangkum pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Catu Daya

No	Sumber Tegangan / Catu Daya	Kriteria Pengukuran	Hasil Pengukuran
1	Powerbank USB 5 V	5 Volt DC	5,26 V
2	Pin Vcc 5 Volt Arduino	5 Volt DC	5,18 V
3	Rangkaian regulator 3.3 V	3,3 Volt DC	3,28 V

4.3.2. Hasil Pengujian Mikrofon dan Op-Amp

Hasil Pengujian mikrofon dan op-Amp dibagi dalam 4 bagian, yaitu :

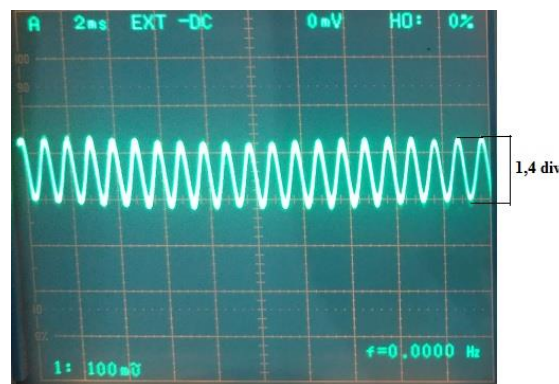
4.3.2.1. Hasil Pengujian Sensitivitas

Mengacu pada persamaan 2.6 dan data nilai sensitivitas dari modul *grove loudness sensor* yang terlampir pada **lampiran 2a**, maka nilai referensi tegangan saat kalibrasi (94 dB) dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensitivitas

No	Tranduser Bunyi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengukuran (V)	Hasil Perhitungan (dB)
1	Mikrofon Kondenser 1/4" Grove Loudness Sensor	-48 s/d 66 dB	0,04 V	-27.9 dB

Hasil pengukuran dalam satuan volt didapat dari nilai Vrms gelombang osiloskop. Bentuk gelombang secara utuh dapat dilihat pada gambar 4.3 dan perhitungan Vrms dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4. 3 Bentuk Gelombang Keluaran Mikrofon

$V_p = \text{jumlah div vertikal} \times \text{Volt/div}$

$$V_p = 0,7 \times 100\text{mV}$$

$$V_p = 70 \text{ mV} \text{ atau } 0,07 \text{ V}$$

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = \frac{0,07 \text{ V}}{1,414} = 0,04 \text{ V}$$

Hasil perhitungan sensitivitas dalam satuan desibel melalui persamaan 2.9 dapat dilihat sebagai berikut :

$$S = 20 \log_{10} V - L_p + 94 \text{ (dB)}$$

$$S = 20 \log_{10} 0,04 - 94 + 94 \text{ (dB)}$$

$$S = 20 \log_{10} 0,04$$

$$S = -27,9 \text{ dB}$$

4.3.2.2. Hasil Pengujian Kalibrasi

Setelah mendapat nilai sensitivitas, modul *Grove Loudness Sensor* diuji pada rangkaian Op-Amp. Pengujian tersebut dilakukan dengan mengatur trimmer pada rangkaian hingga mendapatkan nilai desibel yang sama dengan kalibrator Bruel & Kjaer tipe 4231 yaitu 94 dB. Setelah itu rangkaian diukur tegangan keluarannya agar mendapatkan nilai referensi tegangan yang tepat pada saat kalibrasi. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5. Untuk pengukuran lebih lengkap dapat melihat lampiran 2d.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kalibrasi

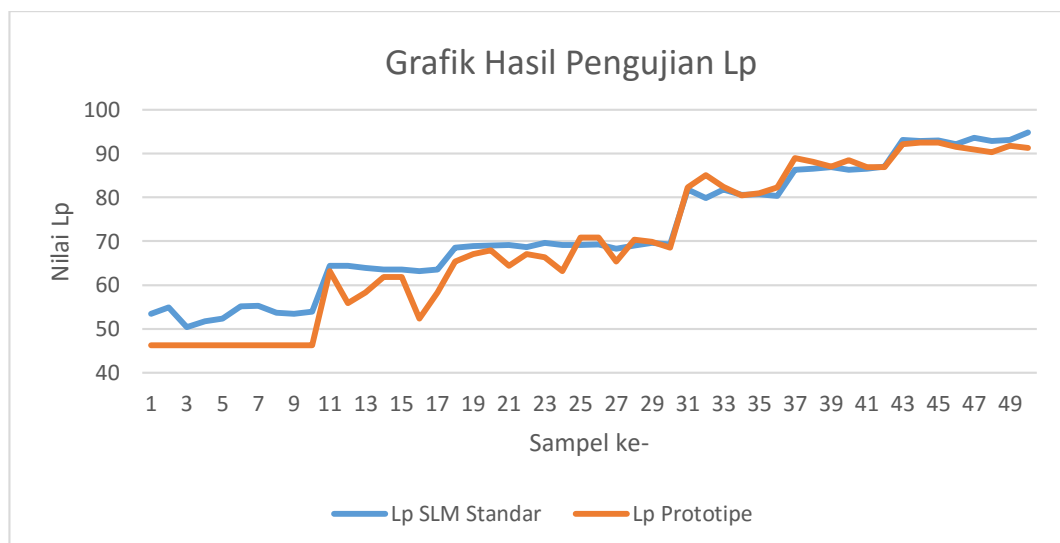
No	Instrumen Pengujian	Kriteria Pengujian (dB)	Hasil Pengukuran			Tingkat Akurasi (%)
			(Ω)	(Vout)	(dB)	
1	Kalibrator Bruel &Kjaer tipe 4231	94	52,8	1,285	93,76	99,74
2		94	107,5	1,279	94,10	99,89
3		94	147,7	1,276	94,08	99,91
4		94	201	1,273	94,11	99,88
5		94	247,7	1,263	94,09	99,90
6		94	302,8	1,257	93,89	99,89
7		94	401	1,243	94,08	99,91
8		94	457	1,238	94,05	99,94
9		94	503	1,229	94,08	99,91
10		94	601	1,215	94,09	99,90
11		94	706	1,205	94,05	99,94
12		94	800	1,192	94,06	99,93
13		94	915	1,183	94,02	99,98
14		94	1009	1,175	94,07	99,92
15		94	1035	1,165	93,81	99,81

4.3.2.3. Hasil Pengujian Tingkat Tekanan Bunyi (Lp)

Setelah prototipe di kalibrasi, maka prototipe dibandingkan hasil pengukuran tingkat tekanan bunyinya SLM pembanding. Gambar 4.4 merupakan gambar grafik hasil pengujian Lp prototipe dengan SLM Bruel & Kjaer tipe 2250. Mengenai data hasil pengujian secara ringkas terdapat pada tabel 4.6 dan akan dilampirkan pada lampiran 2e.

Tabel 4. 6 Tabel Data Hasil Pengukuran Lp

No.	Skala Lp (dB)	Hasil Pengukuran Lp (dB)		Selisih (dB)	Akurasi (%)
		SLM Pembanding (Bruel & Kjaer tipe 2250)	Prototipe		
1.	20	-	-	-	-
2.	40	50-55	46	7,14	13,29
3.	60	63-64	52-63	4,97	7,81
		68-69	65-70	1,55	2,26
4.	80	80-81	80-82	-1,38	1,72
		86-87	86-88	-1,14	1,33
		92-95	91-92	1,58	1,70
5.	100	-	-	-	-



Gambar 4. 4 Grafik Data Hasil Pengujian Lp

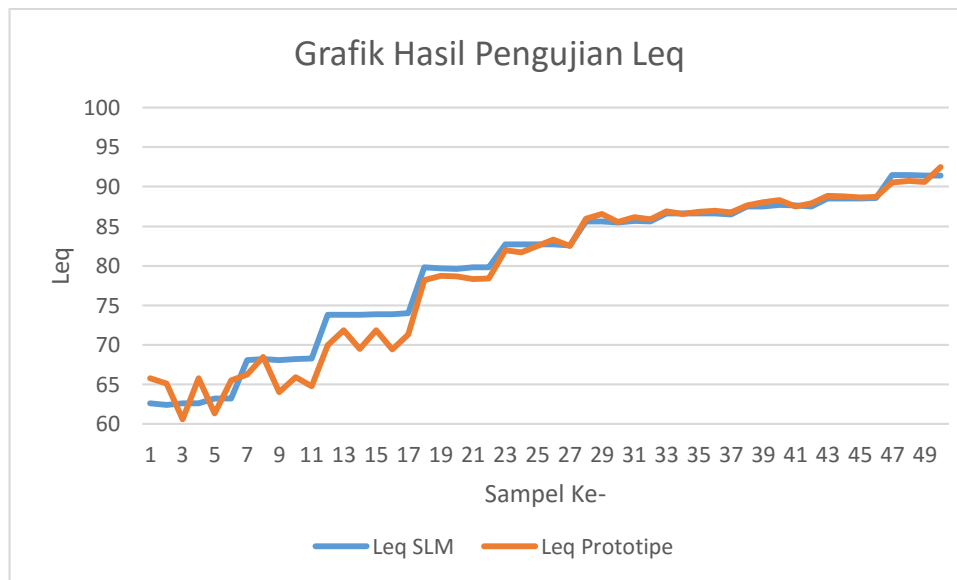
Adapun untuk nilai Rentang (*Span*) dan rerata akurasinya terhadap Lp dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Tabel Data Rentang (*Span*) dan Akurasi terhadap Lp

No.	Prototipe	Rentang Dinamis (dB)	Akurasi (%)
1	SLM Prototipe	46,19	4,24

4.3.2.4. Hasil Pengujian Tingkat kebisingan Sinambung Setara (Leq)

Pada pengujian Leq, *prototype* akan diuji dengan membandingkan nilainya dengan SLM uji dan diproses dalam perhitungan statistik. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan sesingkat-singkatnya 5 detik. Gambar 4.5 merupakan grafik hasil pengujian Leq dengan SLM uji dan dilampirkan dalam **lampiran 2f**.



Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian Leq

Adapun untuk nilai Rentang (*Span*) dan rerata akurasinya terhadap Leq dapat dilihat pada tabel 4.8.


Tabel 4. 8 Tabel Data Rentang (*Span*) dan Akurasi terhadap Leq

No.	Prototipe	Rentang Dinamis (dB)	Akurasi (%)
1	SLM Prototipe	31,91	1,80

4.3.3. Hasil Pengujian Indikator LED

Pada pengujian Indikator LED, LED akan menyala sesuai nilai susunan tingkat tekanan bunyi yang tertera pada gambar indikator. Hasil Pengujian Indikator LED ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Indikator LED




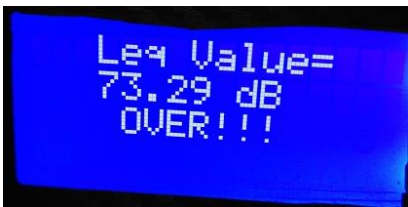
No	Skala Tingkat Tekanan Bunyi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian (Gambar)	Keterangan
1	20 dB	LED menyala sesuai Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq)		Leq mencapai tingkat pengukuran minimum ($\geq 44\text{dB}$) namun skala indikator 20 dB menyala dengan baik.
2	40 dB			Skala Indikator Leq 40dB dapat menyala dan sesuai dengan tampilan data.

3	60 dB			Skala Indikator Leq 60dB dapat menyala dan sesuai dengan tampilan data.
4	80 dB			Skala Indikator Leq 80dB dapat menyala dan sesuai dengan tampilan data.
5	100 dB		-	Skala indikator Leq tidak mencapai nilai 100dB

4.3.4. Hasil Pengujian LCD dan Tombol Menu

LCD akan menampilkan menu sesuai pilihan tombol yang ditekan. Hasil pengujian dari LCD dan Tombol Menu ditunjukkan pada tabel 4.10.

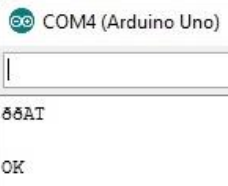
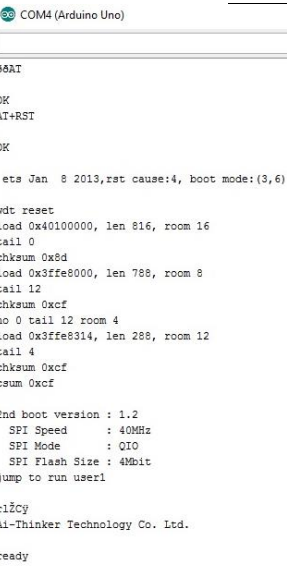
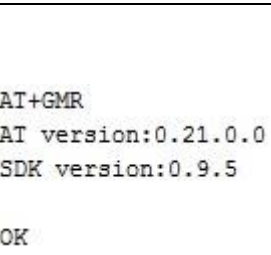
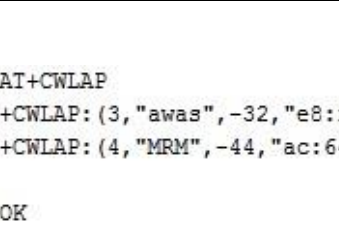
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian LCD dan Tombol Menu

No	Letak Tampilan	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian (Gambar)	Keterangan
1	LCD (LiquidCrystal)	LCD menampilkan Tampilan awal menu		LCD dapat menampilkan data sesuai perintah program dengan baik.
		LCD menampilkan tampilan untuk memilih batas NAB.		LCD dapat menampilkan data sesuai perintah program dengan baik.
		LCD menampilkan tampilan perhitungan Lp dan Leq		LCD dapat menampilkan data sesuai perintah program dengan baik.
		LCD menampilkan perintah tampilan "OVER" jika Leq melebihi NAB.		LCD dapat menampilkan data sesuai perintah program dengan baik.

4.3.5. Hasil Pengujian Komunikasi Wi-Fi

Hasil pengujian Kriteria pengujian pada Komunikasi Wi-Fi ESP8266 dengan AT *Commands* ditunjukkan pada tabel 4.11.


Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Komunikasi Wi-Fi dengan AT *Commands*

No	Bentuk Komunikasi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian (Gambar)	Keterangan
1	Wifi ESP8266 dengan ARDUINO IDE 1.6.3 <i>Serial Monitor.</i>	AT		Fungsi AT mendapat respon "OK" oleh serial monitor IDE
		AT+RST		Fungsi AT+RST mendapat respon "OK" dan spesifikasi wifiESP8266 dari pabrik oleh serial monitor IDE
		AT+GMR		Fungsi AT+GMR mendapat versi AT, <i>firmware</i> ESP8266 dan respon "OK" oleh serial monitor IDE
		AT+CWLAP		Fungsi AT+CWLAP mendapat respon jaringan yang terdapat pada sekitar wifi ESP8266 dan

			respon "OK" oleh serial monitor IDE
		AT+CWJAP	AT+CWJAP="awas", " OK
		AT+CIFSR	AT+CIFSR +CIFSR:APIP,"192.168.4.1 +CIFSR:APMAC,"1a:fe:34:a +CIFSR:STAIP,"192.168.1. +CIFSR:STAMAC,"18:fe:34: OK
		AT+CIPMUX	AT+CIPMUX=1 OK
		AT+CIPSTART	AT+CIPSTART=1,"TCP","192.168.1.1,CONNECT OK
		AT+CIPSEND	AT+CIPSEND=1,18 OK > GET / HTTP/1.0 SEND OK +IPD,1,364:HTTP/1.1 302 F Date: Tue, 19 Jul 2016 21 Server: Apache/2.4.10 (Wi X-Powered-By: PHP/5.6.3 Location: http://xampp/ Content-Length: 118 Connection: close Content-Type: text/html; <hr />
			Fungsi AT+CIPSEN D mendapat respon "OK" oleh serial monitor IDE

Hasil pengujian komunikasi wifi dengan kriteria pengujian pada grafik IoT *Thingspeak* dapat dilihat pada tabel 4.12. Penggunaan *website* IoT *Thingspeak* dapat dilihat pada **lampiran 3**.

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Komunikasi Wi-Fi dengan IoT *Thingspeak*

No	Bentuk Komunikasi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian (Gambar)	Keterangan
1	Wifi ESP8266 dengan Akun IoT <i>Thingspeak</i>	Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq)		Data Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq) sudah dapat ditampilkan pada grafik IoT <i>Thingspeak</i>

4.4. Pembahasan

Pada Prototipe yang telah diuji, hasil pengujian sensitivitas berdasarkan data tabel 4.4 menyatakan nilai sensitivitas sebesar 0,04 V/Pa dengan nilai sensitivitas sebesar -27,9 dB. Nilai sensitivitas tersebut sudah masuk dalam kriteria *Grove Loudness Sensor* yaitu terdapat pada rentang -48 sampai dengan 66 dB.

Pada pengujian kalibrasi, nilai hambatan yang diubah menghasilkan pengukuran tegangan yang berbeda beda. Semakin besar hambatan pada trimpot diberikan, semakin kecil nilai tegangan keluaran pada modul *Grove Loudness Sensor*. Nilai hambatan pada saat kalibrasi dengan kalibrator Bruel & Kjaer tipe 4231 adalah 951 Ω dengan tegangan keluaran 1,183 V. Hasilnya, layar LCD menunjukkan rerata nilai 94,02 dB. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tekanan bunyi pada prototipe sudah mendekati nilai kalibrator yaitu 94 dB. Adapun untuk tingkat akurasi nilai pada kalibrasi mencapai 99,98 %.

Untuk Pengujian Tingkat Tekanan Bunyi berdasarkan grafik pada gambar 4.4 dan lampiran 2e, prototipe menghasilkan rentang dinamis terhadap L_p sebesar 46,19 dB dengan nilai dB minimum 46,3 dB dan dB maksimum 92,49 dB. Berdasarkan data tersebut didapatkan rerata tingkat kesalahan (akurasi) sebesar 4,24% atau toleransi sebesar 2,48 dB. Prototipe memiliki nilai selisih terendah pada tingkat tekanan bunyi 70-90 dB dengan selisih antara 0,15-2,67. Hal tersebut cukup layak mengingat indikasi bising berada pada nilai diatas 80 desibel sehingga prototipe dapat mengukur tingkat kebisingan diatas 80 desibel secara lebih akurat.

Untuk pengujian tingkat kebisingan sinambung setara (Leq) berdasarkan grafik pada gambar 4.5 dan lampiran 2f, prototipe menghasilkan rentang dinamis terhadap Leq sebesar 31,91 dB dengan nilai dB minimum sebesar 60,61 dB dan dB maksimum sebesar 92,52 dB. Berdasarkan data tersebut didapatkan tingkat rerata akurasi sebesar 1,80% atau toleransi sebesar 1,30 dB. Berdasarkan lampiran 2e, prototipe memiliki nilai selisih terendah pada rentang tingkat kebisingan sinambung setara (Leq) 86-90 dB dengan selisih antara 0,03-0,92.

Pada pengujian indikator LED, prototipe dapat menyalakan LED hingga mencapai nilai maksimum yaitu 92,49 dB pada Leq . Pada hasil pengujian LCD dan tombol menu, tampilan menu pada layar LCD diatur oleh perintah tombol yang diberikan pada rangkaian tombol menu. Pada pengujian komunikasi dengan wifi, wifi dapat merespon kembali fungsi AT *commands* yang sudah diprogram pada arduino UNO dan dikirim ke wifi ESP8266 dengan serial monitor. Hasilnya ketika wifi ESP8266 sudah terkoneksi internet, maka data Leq dapat terkirim pada IoT *Thingspeak*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan prototipe, maka didapatkan spesifikasi prototipe dan perbandingannya dengan Kriteria pengujian yang ditunjukkan pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Perbandingan Spesifikasi Prototipe dan Kriteria Pengujian

No.	Spesifikasi	Kriteria Pengujian	Prototipe	Persentasi <i>error</i> (%)
1.	Kalibrasi	94	94,02	0,02
2.	Tingkat Kesalahan (Akurasi) Lp Leq	10 dB	2,81 dB	4,24
			3,71 dB	1,80

Dari perbandingan spesifikasi prototipe dengan kriteria pengujian pada tabel 5.1 dapat disimpulkan bahwa prototipe sistem memiliki spesifikasi yang layak digunakan sebagai pengukur tingkat kebisingan bunyi sesuai dengan kriteria pengujian yang ada pada Bruel & Kjaer tipe 2250 dan spesifikasi akhir sebagai berikut :

1. Tingkat Akurasi : Lp = 95,76%, Leq = 98,20%
2. Rentang Dinamis : Lp = 46,19 dB, Leq = 31,91 dB.
3. Sensitivitas pada -27,9 dB saat kalibrasi 94 dB, 1KHz
4. Tegangan mikrofon Vrms = 0,04 V
5. Nilai Hambatan yang digunakan pada kalibrasi 915 Ω
6. Tegangan keluaran modul *Grove Loudness Sensor* Vout = 1,183V.

5.2. Implikasi

Berdasarkan rancangan, implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, maka penelitian dapat diimplikasikan dalam hal :

1. Pengukuran tingkat kebisingan pada kawasan atau wilayah nilai ambang batas kebisingan sesuai Kep-48/MenLH/11/1996.
2. Media pembelajaran mengenai sensor dan transduser serta sistem kerjanya bagi lingkungan.
3. Media informasi dan peringatan dini bagi masyarakat terhadap tingkat kebisingan bunyi di lingkungan.

5.3. Saran

Dalam pengembangan prototipe sistem pengukur tingkat kebisingan bunyi dengan Arduino UNO dan Wifi berbasis IoT (*Internet of Things*), peneliti memiliki beberapa saran untuk mengatasi dan melengkapi sistem yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu :

1. Untuk penggunaan sensor bunyi (mikrofon), diharapkan mikrofon yang digunakan memiliki lembar data (*datasheet*) yang jelas agar dapat dibandingkan karakteristiknya pada saat pengukuran.
2. Penggunaan tampilan data dapat diubah dalam bentuk laman web atau dapat juga dibuat dalam sistem *database* berbasis aplikasi android dan tetap menggunakan link API dari web IoT Thingspeak.com
3. Proses pengujian sensitivitas hendaknya menggunakan prosedur yang tepat dan dilakukan oleh para ahli kalibrasi agar mendapatkan nilai sesuai dengan kriteria pengujian yang dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Banzi, M. (2008). *Getting Started with Arduino*. Italia: O'Reilly.
- Bernstein, I. H., & C.Nunnally, J. (1994). Dalam *Psychometric Theory 3rd edition* (hal. 3). New York: McGraw-hill.
- Boylestad, R., & Nashelsky, L. (1992). *Electronics Devices and Circuit Theory*. New Jersey : Prentice Hall.
- Bruel & Kjaer. (2017, January 17). *Type 4231 - Sound Calibrator*. Diambil kembali dari Bruel & kjaer Product:
<https://www.bksv.com/en/products/transducers/acoustic/calibrators/4231>
- Bruel and Kjaer. (2001). *Enviromental Noise*. Naerum: Bruel and Kjaer.
- Fraden, J. (2010). *Handbook of Modern Sensors (Physics, Designs and Applications) Fourth Edition*. New York: Springer.
- Github. (2017). *Liquid Crystal Library for arduino*. Diambil kembali pada 16 Januari 2017 dari Github:
<https://github.com/arduino/Arduino/tree/master/libraries/LiquidCrystal>
- Github. (2017). *SoftwareSerial.h*. Diambil kembali pada 16 Januari 2017 dari Github:
<https://github.com/arduino/Arduino/blob/master/hardware/arduino/avr/libraries/SoftwareSerial/src/SoftwareSerial.h>
- Hansen, C. H., & A.Bies, D. (2009). *Engineering Noise Control*. Great Britain: Spon Pres.
- Herres, D. (2009). *Test and Measurement Basics of Microphones*. Dipetik pada 2 Januari 2016, dari : <http://www.testandmeasurementtips.com/test-equipment/communication-test/test-and-measurement-basics-of-microphones/>
- Humphreys, H. R., & Parkin, P. (1969). Sound. Dalam *Accoustics, Noise and Building* (hal. 1). London: Faber and Faber.
- Ibrahim, K. (2009). *Teknik Digital*. Yogyakarta: Andi.
- Invensense. (2013). Microphone Spesification Explained. *Application Note AN-1112*, 1-10.
- Isha, & Sangwan, S. (2014). Software Testing Techniques and Strategies. *Isha International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(4), 99-102.
- Istiyanto, J. E. (2014). *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi : Pendekatan Proyek Arduino dan Android*. Yogyakarta: ANDI.

- Jogiyanto, H. (2003). *Sistem Teknologi Informasi*. Yogyakarta: ANDI.
- Jogiyanto, H. (2005). *Analisis dan Desain Informasi*. Yogyakarta: ANDI.
- Kementerian LH. (1996). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996. Dalam *Tingkat Baku Kebisingan* (hal. 4). Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Ladjamudin, A. -B. (2005). *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Malvino, A. P., & Gunawan, p. :. (1995). *Prinsip-prinsip Elektronik*. Jakarta: Erlangga.
- Mawrey, R. (2015). *Video Introduction to ThingSpeak and the Internet of Things*. Dipetik Desember 31, 2015, dari <http://community.thingspeak.com/2015/09/video-introduction-to-thingspeak-and-the-internet-of-things/>
- McEwen, A., & Cassimally, H. (2014). *Designing the Internet of Things*. United Kingdom: John Wileys and Sons.
- McKinsey Global Institute. (2015). *The Internet of Thing Mapping the Value Beyond the Hype Executive Summary*. San Fransisco: McKinsey Company.
- Mediastika, C. E. (2005). *Akustika Bangunan : Prinsip - prinsip dan penerapannya di Indonesia*. Jakarta: Erlangga.
- Mediastika, C. E. (2009). Kebisingan. Dalam *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi Pada Bangunan* (hal. 15). Yogyakarta: ANDI.
- Molloy, D. (2015). *Exploring Beaglebone : Tools and Techniques for Building with Embedded Linux*. Indianapolis: John Wiley and Sons Inc.
- Nahvi, M., & Edminister, J. (2003). *Schaum's Outlines : Teori dan Soal - soal Rangkaian Listrik edisi keempat*. Jakarta: Erlangga.
- P.Kefauver, A. (2001). *Audio Recording Handbook*. Middleton: A-R Editions, Inc.
- PCB Piezotronics. (2012). *Microphone Handbook*. USA: PCB Piezotronics.
- Peterson, A. P. (1980). *Handbook of Noise Measurement*. Massachusetts: GenRad.
- Prasetio, L. L. (1993). *Akustik Lingkungan / Enviromental Accoustics*. Jakarta: Erlangga.
- Pusat Bahasa. (2005). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.

- Putra, N. (2011). *Research and Development : Suatu Pengantar*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Roody, D., & Cooler, J. (1984). *Elektronika Komunikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Sseed wiki. (2015). *Grove-Loudness sensor*. Dipetik pada 23 Januari, 2016, dari http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_Loudness_Sensor
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syahwil, M. (2013). *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: ANDI.
- Syamsudin. (2010). *Cara Cepat Belajar Infrastruktur Jaringan Wireless (Tutorial Singkat Jaringan Wireless)*. Yogyakarta: Gava Media.
- Systems, Espressif. (2013). *Espressif Smart Connectivity Platform : ESP8266*. Espressif Systems.
- Usman, & Nurdin. (2004). *Konteks Implementasi Berbasis Kurikulum*. Jakarta: Bentang Pustaka.
- Varma, V. K. (2006-2012). *Wireless Fidelity-WiFi*. Dipetik pada 15 Desember, 2015, dari www.ieee.org/go/emergingtech
- Young, H. D., Freedman, R. A., & Silaban, P. (2003). *Getaran dan Gelombang. Dalam Fisika Universitas / Edisi Kesepuluh Jilid 2* (hal. 58). Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penelitian

1. *Calibrator* Bruel & Kjaer 4231



2. *Sound Level Meter* Bruel & Kjaer tipe 2250



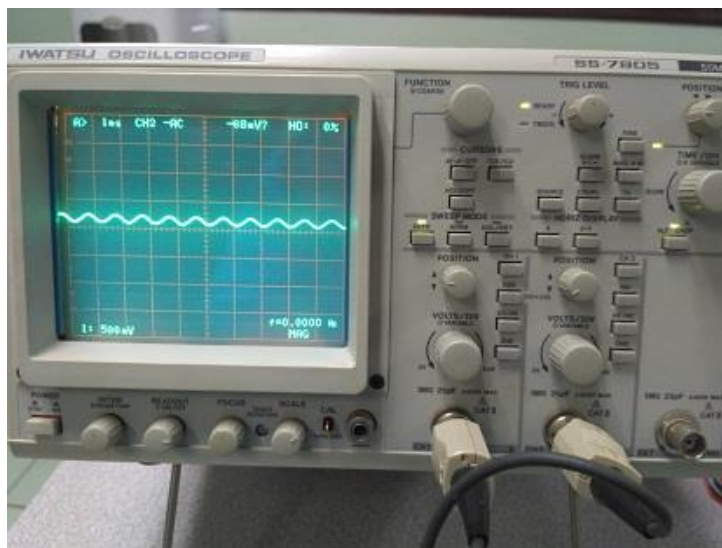
3. Bruel & Kjaer *Power Amplifier* Type 2734



4. Bruel & Kjaer *Omni Power 4292-L*



5. Osiloskop Iwatsu SS 7805



6. Multimeter Sanwa CD800a



Lampiran 2. Produk Final

Lampiran 2. a Grove Loudness Sensor Datasheet



Grove - Loudness Sensor

Release date : 9/20/2015

Version : 1.0

Wiki: [http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove - Loudness Sensor](http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_Loudness_Sensor)

Bazaar: http://www.seeedstudio.com/depot/Grove-Loudness-Sensor-p-1382.html?cPath=25_128

Document Revision History

Revision	Date	Author	Description
1.0	Sep 21, 2015	Victor.He	Create file

Contents

Document Revision History	2
1. Introduction	2
2. Specifications	3
3. Demonstration	4
3.1 With Arduino	4
3.2 With Raspberry Pi	6
4. Resource	8

Disclaimer

For physical injuries and possessions loss caused by those reasons which are not related to product quality, such as operating without following manual guide, natural disasters or force majeure, we take no responsibility for that.

Under the supervision of Seeed Technology Inc., this manual has been compiled and published which covered the latest product description and specification. The content of this manual is subject to change without notice.

Copyright

The design of this product (including software) and its accessories is under tutelage of laws. Any action to violate relevant right of our product will be penalized through law. Please consciously observe relevant local laws in the use of this product.

1. Introduction

The Grove - Loudness Sensor is designed to detect the loudness of environmental sound. Based on amplifier LM2904 and a built-in microphone, it amplifies and filters the high frequency signal that received from the microphone, and outputs a positive envelop. This will make for Arduino's signal acquisition. The output value depends on the level of sound input. In order to avoid unnecessary signal disturbances, input signal will go through two times' filtering inside the module. Lastly, there is a screw potentiometer that enables manual adjustments to the output gain.

2. Specifications

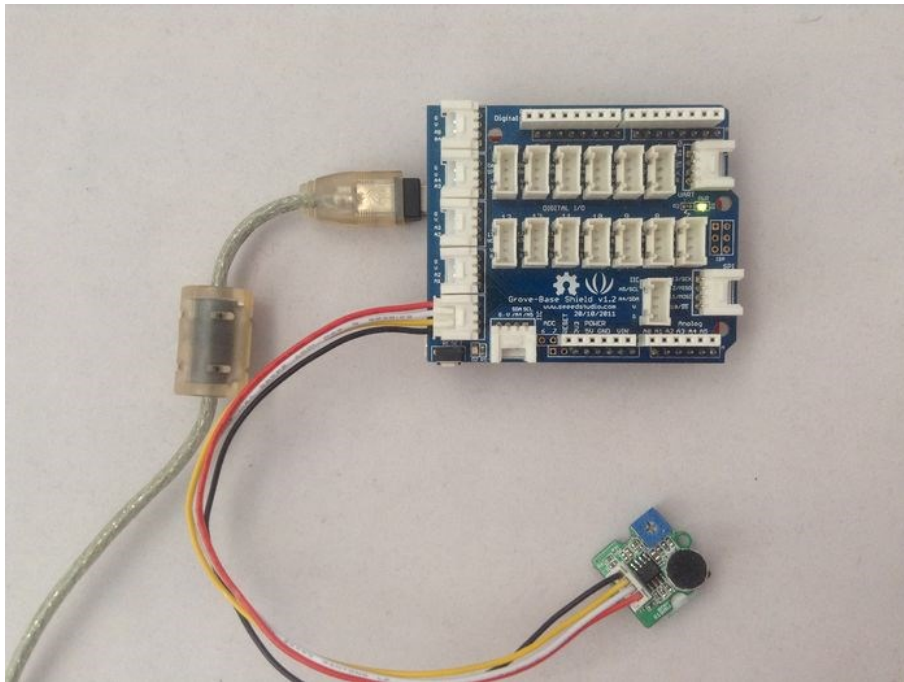
Voltage	3.5~10 VDC
Working Frequency	50~2000 Hz
Sensitivity	-48~66 dB
Signal-to-noise Ratio	>58 dB
Output Signal range	Analog Signal (0-1023)

3. Demonstration

3.1 With [Arduino](#)

This module uses the chip LM2904 to amplify the electronic signal produced by the mini microphone. At last, you will get the analog-to-digital conversion value. Let's try to read the output value.

- As the picture on the below indicates, the Loudness sensor is connected to analog port A0 of the [Grove - Basic Shield](#)



- Connect Arduino/Seeedino to PC by using a USB cable.
- Copy and paste code below to a new Arduino sketch.

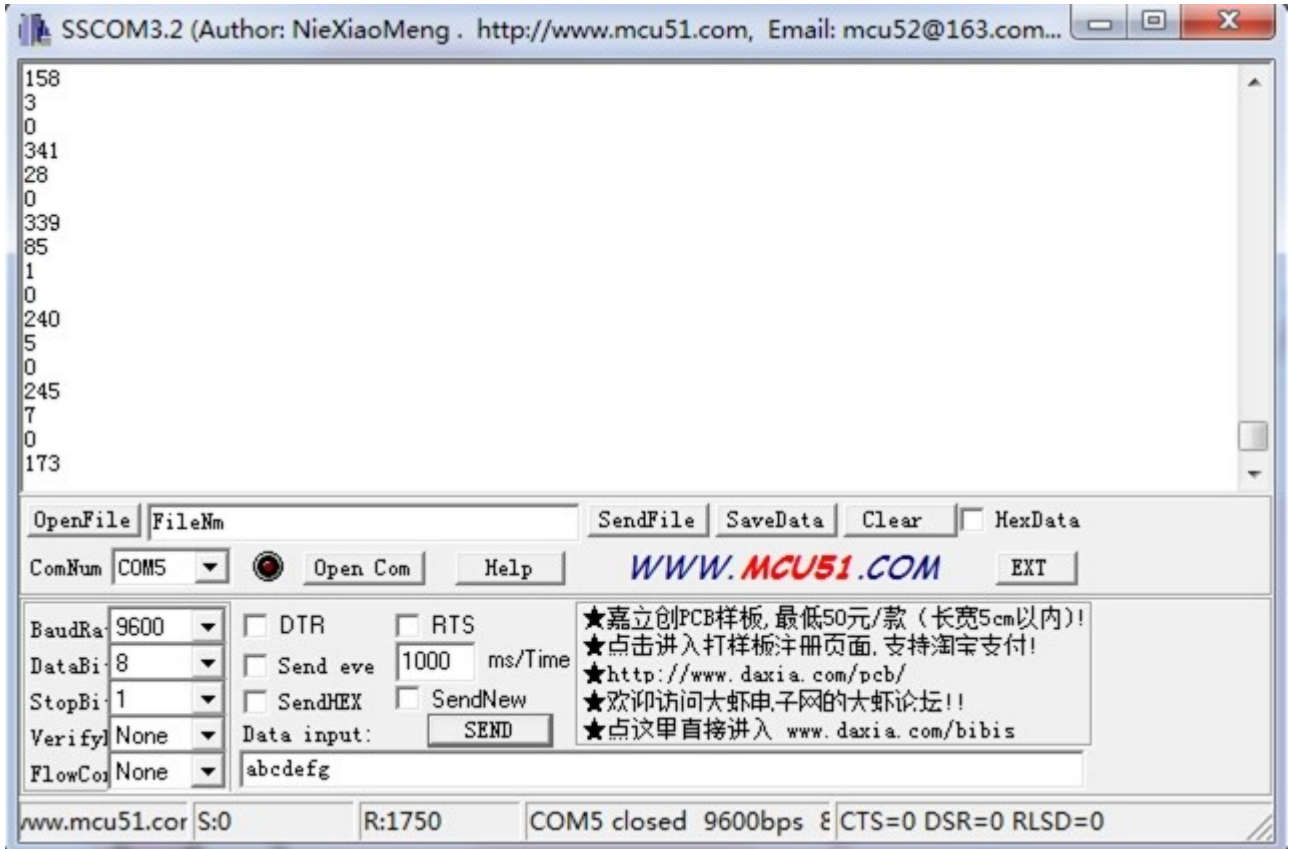
```
int val;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  analogRead(0);
  delay(10);
  val = analogRead(0);
  Serial.println(val);
  delay(200);
}
```

```
}

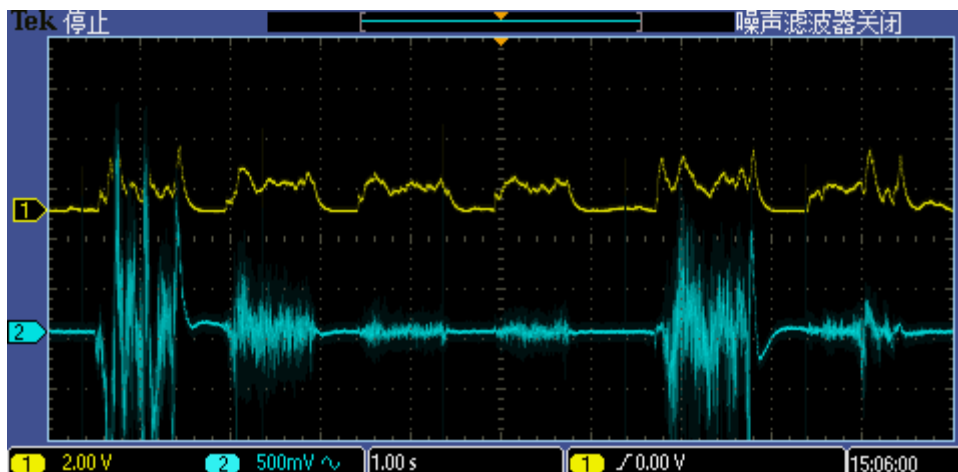
```

- Upload the code.
- Then open the serial monitor to observe the output results. There will be a significant change when blow to the sensor.

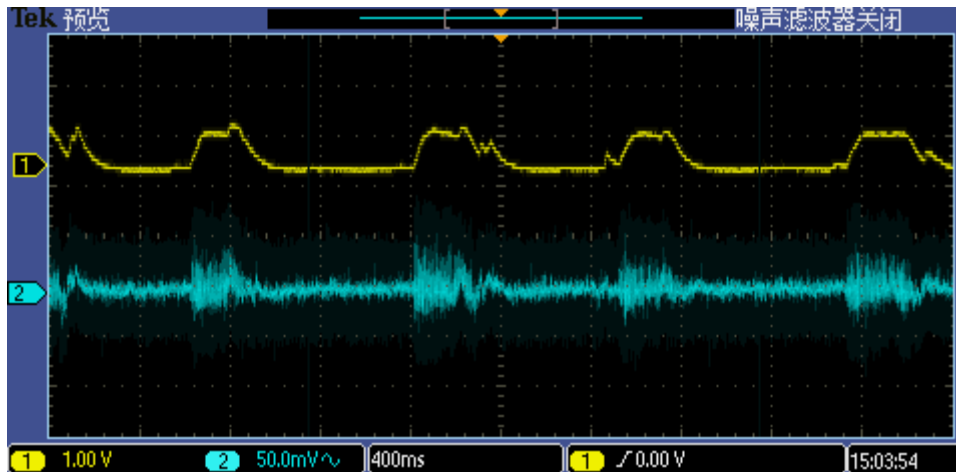


The blue line is the original signal from microphone and the yellow is the sig pin of Loudness Sensor. It is the original signal envelope that the module outputs. Here is the test screenshot from the oscilloscope.

Blowing to the sensor:



Speak to the sensor :



3.2 With [Raspberry Pi](#)

1. You should have got a raspberry pi and a grovepi or grovepi+.
2. You should have completed configuring the development environment, otherwise follow [here](#).
3. Connection. Plug the sensor to grovepi socket A0 by using a grove cable.
4. Navigate to the demos' directory:

```
cd yourpath/GrovePi/Software/Python/
```

To see the code

```
nano grove_loudness_sensor.py # "Ctrl+x" to exit #
```

```
import time
import grovepi

# Connect the Grove Loudness Sensor to analog port A0
# SIG,NC,VCC,GND
loudness_sensor = 0

while True:
    try:
        # Read the sound level
        sensor_value = grovepi.analogRead(loudness_sensor)

        print "sensor_value =", sensor_value
        time.sleep(.5)
```

```
except IOError:  
    print "Error"
```

5. Run the demo.

```
sudo python grove_loudness_sensor.py
```


4. Resource

[Grove - Loudness Sensor Eagle File](#)

[Grove - loudness sensor pdf](#)

[LM2904DR Datasheet](#)

Lampiran 2. b List Program

```
//define library
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#define DEBUG true

//nilai-nilai dasar untuk perhitungan lp dan leq
#define sen      1.183

#define ADCres    0.004875 //dari rumus resolusi ADC = 5/(2^n)-1 (n bit-ADC
arduino,10 bit)

#define nosam     100

//inisialisasi ADC
    unsigned char sampel = nosam;
    unsigned int rms     = 0;
    unsigned long temp   = 0;

//inisialisasi pin yang dipakai
int pin_mic    = A0;
int pin_tombol = A1;
int led_20dB   = 0;
int led_40dB   = 1;
int led_60dB   = 10;
int led_80dB   = 11;
int led_100dB  = 12;
int alarm      = 13;
int dB_max     = 100;
int lcd_menu   = 0;
int hit        = 0;
int tombol;

bool sel, back, rst, up, down, looping;

int pin_over = 114; //nilai maksimum dB yang bisa diterima dr rentang sensitivitas
-48 ke 66dB

String apiKey = "1EG6FZEO3ZUS0W6E";
```

```

// inialisasi pin LCD
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
//inisialisasi serial esp8266
SoftwareSerial Serial1(2,3);//RX,TX
//inisialisasi lp dan leq
float hitung_lp = 0;
float count_lp = 0;
float lp = 0;
float leq = 0;
float nilai_lp = 0;
float nilai_leq = 0;
float leqout = 0;
float po = 0;
float p = 0;
void setup()
{
  lcd.begin(16, 4);
  pinMode(pin_mic, INPUT);
  pinMode(pin_tombol, INPUT);
  pinMode(led_20dB, OUTPUT);
  pinMode(led_40dB, OUTPUT);
  pinMode(led_60dB, OUTPUT);
  pinMode(led_80dB, OUTPUT);
  pinMode(led_100dB, OUTPUT);
  pinMode(alarm, OUTPUT);
  lcd.setCursor(2,0);
  Serial.begin(115200);
  Serial1.begin(115200);
  lcd.print("CONNECTING..");
  setupWifi();
}

```

```

    lcd.clear();
    LCD_0();
}

void setupWifi(){
    delay(100);
    connectWifi();
    Serial.print("TCP/UDP Connection...\n");
    sendCommand("AT+CIPMUX=0\r\n",2000,DEBUG); //reset modul
    delay(1000);
}

void connectWifi(){
    //atur wifi
    Serial.print("Restart Module...\n");
    sendCommand("AT+RST\r\n",2000,DEBUG); // reset module
    delay(500);
    Serial.print("Set wifi mode : STA...\n");
    sendCommand("AT+CWMODE=1\r\n",1000,DEBUG); // configure as access
point
    delay(500);
    Serial.print("Connect to access point...\n");
    sendCommand("AT+CWJAP=\"awas\", \"19desember1992\"\r\n",1000,DEBUG);
    delay(1000);
    Serial.print("Check IP Address...\n");
    sendCommand("AT+CIFSR\r\n",1000,DEBUG); // get ip address
    delay(500);
}

void (*pseudoReset) (void)=0;

void btn_cfg()
{
    tombol = analogRead(pin_tombol);
}

```

```
if (tombol <=100)
{
    sel = true;
}
else
{
    sel = false;
}
/*=====*/
if (tombol >=500 && tombol <=550)
{
    back = true;
}
else
{
    back = false;
}
/*=====*/
if (tombol >=100 && tombol <=200)
{
    up = true;
}
else
{
    up = false;
}
/*=====*/
if (tombol >=300 && tombol <=400)
{
    down = true;
}
```

```

else
{
    down = false;
}
/*=====*/
if (tombol >=400 && tombol <=500)
{
    rst = true;
    pseudoReset();
}
else
{
    rst = false;
}
}
void LCD_map()
{
    btn_cfg();
    // SELECT MENU
    if (sel == true && lcd_menu == 1)
    {
        looping = false;
        sel = false;
        back = false;
        LCD_1();
    }
    if (sel == true && lcd_menu == 2)
    {
        sel = false;
        back = false;
        LCD_2();
    }
}

```

```
    }  
if (looping == true)  
{  
    sel = false;  
    LCD_2();  
}  
// BACK MENU  
if (back == true && lcd_menu == 2)  
{  
    sel = false;  
    back = false;  
    LCD_0();  
}  
if (back == true && lcd_menu == 0 && looping == true)  
{  
    looping = false;  
    sel = false;  
    back = false;  
    LCD_1();  
}  
// SELECT UP & DOWN  
if (up == true && lcd_menu == 2)  
{  
    dB_max++;  
    sel = false;  
    back = false;  
    LCD_1();  
}  
if (down == true && lcd_menu == 2)  
{  
    dB_max--;
```

```
    sel = false;
    back = false;
    LCD_1();
}
}
void LCD_0()
{
    lcd_menu = 1;
    digitalWrite(alarm, LOW);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("N");
    digitalWrite(led_20dB, HIGH);
    digitalWrite(led_40dB, LOW);
    digitalWrite(led_60dB, LOW);
    digitalWrite(led_80dB, LOW);
    digitalWrite(led_100dB, LOW);
    delay(100);
    lcd.print("o");
    digitalWrite(led_20dB, HIGH);
    digitalWrite(led_40dB, HIGH);
    digitalWrite(led_60dB, LOW);
    digitalWrite(led_80dB, LOW);
    digitalWrite(led_100dB, LOW);
    delay(100);
    lcd.print("i");
    digitalWrite(led_20dB, LOW);
    digitalWrite(led_40dB, LOW);
    digitalWrite(led_60dB, HIGH);
    digitalWrite(led_80dB, LOW);
    digitalWrite(led_100dB, LOW);
```



```
delay(100);  
lcd.print("s");  
digitalWrite(led_20dB, LOW);  
digitalWrite(led_40dB, LOW);  
digitalWrite(led_60dB, LOW);  
digitalWrite(led_80dB, HIGH);  
digitalWrite(led_100dB, LOW);  
delay(100);  
lcd.print("e");  
digitalWrite(led_20dB, LOW);  
digitalWrite(led_40dB, LOW);  
digitalWrite(led_60dB, LOW);  
digitalWrite(led_80dB, LOW);  
digitalWrite(led_100dB, HIGH);  
delay(100);  
lcd.print(" ");  
digitalWrite(led_20dB, LOW);  
digitalWrite(led_40dB, LOW);  
digitalWrite(led_60dB, LOW);  
digitalWrite(led_80dB, HIGH);  
digitalWrite(led_100dB, LOW);  
lcd.print("L");  
delay(100);  
digitalWrite(led_20dB, LOW);  
digitalWrite(led_40dB, LOW);  
digitalWrite(led_60dB, HIGH);  
digitalWrite(led_80dB, LOW);  
digitalWrite(led_100dB, LOW);  
lcd.print("e");  
delay(100);  
digitalWrite(led_20dB, LOW);
```

```
digitalWrite(led_40dB, HIGH);
digitalWrite(led_60dB, LOW);
digitalWrite(led_80dB, LOW);
digitalWrite(led_100dB, LOW);
lcd.print("v");
delay(100);
digitalWrite(led_20dB, HIGH);
digitalWrite(led_40dB, LOW);
digitalWrite(led_60dB, LOW);
digitalWrite(led_80dB, LOW);
digitalWrite(led_100dB, LOW);
lcd.print("e");
delay(100);
digitalWrite(led_20dB, LOW);
digitalWrite(led_40dB, HIGH);
digitalWrite(led_60dB, LOW);
digitalWrite(led_80dB, LOW);
digitalWrite(led_100dB, LOW);
lcd.print("l");
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print("M");
delay(100);
digitalWrite(led_20dB, LOW);
digitalWrite(led_40dB, LOW);
digitalWrite(led_60dB, HIGH);
digitalWrite(led_80dB, LOW);
digitalWrite(led_100dB, LOW);
lcd.print("e");
delay(100);
digitalWrite(led_20dB, LOW);
digitalWrite(led_40dB, LOW);
```

```
digitalWrite(led_60dB, LOW);
digitalWrite(led_80dB, HIGH);
digitalWrite(led_100dB, LOW);
lcd.print("t");
delay(100);
digitalWrite(led_20dB, LOW);
digitalWrite(led_40dB, LOW);
digitalWrite(led_60dB, LOW);
digitalWrite(led_80dB, LOW);
digitalWrite(led_100dB, HIGH);
lcd.print("e");
delay(100);
digitalWrite(led_20dB, LOW);
digitalWrite(led_40dB, LOW);
digitalWrite(led_60dB, LOW);
digitalWrite(led_80dB, HIGH);
digitalWrite(led_100dB, LOW);
lcd.print("r");
delay(200);
digitalWrite(led_20dB, LOW);
digitalWrite(led_40dB, LOW);
digitalWrite(led_60dB, HIGH);
digitalWrite(led_80dB, LOW);
digitalWrite(led_100dB, LOW);
delay(500);
digitalWrite(led_20dB, LOW);
digitalWrite(led_40dB, LOW);
digitalWrite(led_60dB, LOW);
digitalWrite(led_80dB, LOW);
digitalWrite(led_100dB, LOW);
lcd.setCursor(0,2);
```

```

    lcd.print("=====");
    lcd.setCursor(2,3);
    lcd.print("Press Select");
    looping = false;
}
void LCD_1()
{
    looping = false;
    delay(300);
    lcd.clear();
    lcd.print("Set Leqmax Level");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(dB_max);
    lcd.print(" dB");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("    UP");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("<=  DOWN  =>");
    lcd_menu = 2;
}
void LCD_2()
{
    lcd_menu = 0;
    hitung_();
    lcd.clear();
    lcd.print("  Leq Value=");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print(leq);
    lcd.print(" dB");
    if (leq >= dB_max)
    {

```

```

    lcd.setCursor(4,2);
    lcd.print("OVER!!!");
    digitalWrite(alarm,HIGH);
}
else
{
    lcd.setCursor(3,2);
    lcd.print("Lp Value=");
    lcd.setCursor(3,3);
    lcd.print(lp);
    lcd.print(" dB");
    digitalWrite(alarm,LOW);
}
looping = true;
barisLed();
}
//perubahan nilai ADC ke RMS
void adc_rms(float *nilai_rms)
{
    while(sampel > 0)
    {
        rms = analogRead(pin_mic);
        temp += ((float)rms * (float)rms);
        sampel--;
    }
    temp /= nosam;
    rms = (unsigned int)sqrt(temp); //menggunakan rumus RMS
    //Serial.println(rms);
    if(rms <= 0)
    {
        rms = 1;
    }
}

```

```

}
*nilai_rms = rms;
sampel = nosam;
rms = 0;
temp = 0;
}
//perhitungan nilai po
void printPo()
{
    adc_rms(&hitung_lp);
    nilai_lp = (hitung_lp * ADCres); //perubahan nilai out ke ADC
    po      = (nilai_lp / sen); //rumus nilai pout
}
//perhitungan nilai Lp dan Leq
void hitung_()
{
    //hitung Lp
    printPo();
    count_lp = ((20 * (log10(po))) + 94); //rumus nilai Lp (pers. 2.2)
    lp = count_lp;
    delay(1000);
    hit++;
    //hitung Leq
    float pmean = (po * po); //rumus pmean
    p=p+pmean;
    nilai_leq = (float)(10 * (log10(p)) + 94);
    if (hit==5)
    {
        leqout = nilai_leq - (10 * (log10(hit))) ; //rumus leq (pers.2.8)
        leq = leqout;
        char buf[16];

```

```

String strNil = dtostrf(1eq, 4, 1, buf);
Serial.println(strNil);
sendDataID(strNil);
delay(100);
p=0;
hit=0;
}
}
void sendDataID(String id)
{
String cmd = "AT+CIPSTART=\"TCP\",\",";
cmd += "184.106.153.149"; //IP thingspeak.com
cmd += "\",80\r\n";
sendCommand(cmd,200,DEBUG);
delay(100);
String cmd2 = "GET /update?api_key=";
cmd2 += apiKey;
cmd2 += "&field1=";
cmd2 += id;
cmd2 += "HTTP/1.1\r\n";
cmd2 += "Host: 184.106.153.149\r\n\r\n\r\n"; //host
String pjpg = "AT+CIPSEND=";
pjpg += cmd2.length();
pjpg += "\r\n";
sendCommand(pjpg,200,DEBUG);
delay(100);
sendCommand(cmd2,200,DEBUG);
delay(100);
}
String sendCommand(String command, const int timeout, boolean debug)
{

```

```
String response = "";
Serial1.print(command);
long int time = millis();
while((time+timeout) > millis())
{
  while(Serial1.available())
  {
    char c = Serial1.read();
    response +=c;
  }
}
if(debug)
{
  Serial.print(response);
}
return response;
}

void barisLed()
{
  if (leq >= 20)
  {
    digitalWrite(led_20dB, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(led_20dB, LOW);
  }
  if (leq >= 40)
  {
    digitalWrite(led_40dB, HIGH);
  }
}
```



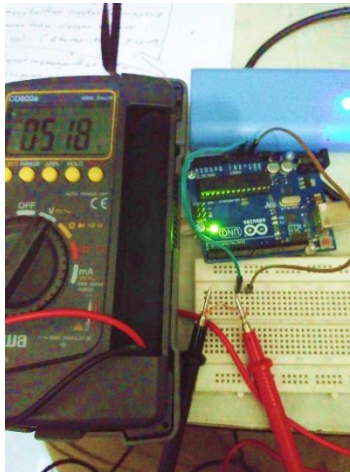
```
else
{
    digitalWrite(led_40dB, LOW);
}
if (leq >= 60)
{
    digitalWrite(led_60dB, HIGH);
}
else
{
    digitalWrite(led_60dB, LOW);
}
if (leq >= 80)
{
    digitalWrite(led_80dB, HIGH);
}
else
{
    digitalWrite(led_80dB, LOW);
}
if (leq >= 100)
{
    digitalWrite(led_100dB, HIGH);
}
else
{
    digitalWrite(led_100dB, LOW);
}}
void loop()
{
    LCD_map();}
```

Lampiran 2. c Hasil Pengujian Catu Daya

1. Powerbank USB 5 V



2. Pin Vcc 5 Volt Arduino



3. Rangkaian regulator 3,3 V KIA 78D33



Lampiran 2d Hasil Pengujian Kalibrasi

No.	Kriteria Pengujian (dB)	Hasil Pengukuran								Tingkat Akurasi (%)
		(Ω)	(Vout)	(dB)					Rata-rata	
				1	2	3	4	5		
1	94	52,8	1,285	93,75	93,71	94,37	93,4	93,57	93,76	99,74
2		107,5	1,279	94,09	94,12	94,09	94,12	94,09	94,10	99,89
3		147,7	1,276	94,07	94,11	94,07	94,11	94,07	94,09	99,91
4		201	1,273	94,13	94,1	94,13	94,09	94,1	94,11	99,88
5		247,7	1,263	94,1	94,1	94,06	94,1	94,13	94,10	99,90
6		302,8	1,257	94,07	94,04	93,77	94,07	93,52	93,89	99,89
7		401	1,243	94,14	94,17	94,1	94,07	93,93	94,08	99,91
8		457	1,238	94,04	94,07	94,04	94,07	94,04	94,05	99,94
9		503	1,229	94,07	94,07	94,1	94,07	94,1	94,08	99,91
10		601	1,215	94,06	94,1	94,1	94,1	94,1	94,09	99,90
11		706	1,205	94,06	94,03	94,06	94,06	94,06	94,05	99,94
12		800	1,192	94,05	94,09	94,09	94,05	94,05	94,07	99,93
13		915	1,183	94,05	94,01	93,98	94,01	94,05	94,02	99,98
14		1009	1,175	94,09	94,09	94,05	94,09	94,05	94,07	99,92
15		1035	1,165	94,12	94,02	93,92	92,94	94,09	93,82	99,81

Foto Hasil Pengujian Kalibrasi

a. Besar Hambatan



b. Besar Tegangan



c. Nilai Desibel (Lp)



Lampiran 2e. Hasil Pengujian Tingkat Tekanan Bunyi (Lp)

1. Data

No.	Skala Lp	Hasil Pengukuran Lp (dB)		Selisih (dB)	Rerata Selisih (dB)	Tingkat Akurasi (%)	Rerata Akurasi (%)	
		SLM Pemanding	Prototipe					
1	20	-	-	-		-		
2	40	53,5	46,3	7,2	7,14	86,54	86,71	
		54,9	46,3	8,6		84,34		
		50,4	46,3	4,1		91,87		
		51,7	46,3	5,4		89,56		
		52,4	46,3	6,1		88,36		
		55,1	46,3	8,8		84,03		
		55,3	46,3	9		83,73		
		53,7	46,3	7,4		86,22		
		53,5	46,3	7,2		86,54		
		53,9	46,3	7,6		85,90		
3	60	64,4	63,2	1,2	4,98	98,14	92,19	
		64,4	55,84	8,56		86,71		
		63,9	58,34	5,56		91,30		
		63,6	61,86	1,74		97,26		
		63,5	61,86	1,64		97,42		
		63,2	52,32	10,88		82,78		
		63,6	58,34	5,26		91,73		
		68,5	65,38	3,12		95,45		
		68,9	67,13	1,77		97,43		
		69	67,88	1,12		98,38		
	60	60	69,2	64,36	4,84	2,33	93,01	96,62
			68,7	67,13	1,57		97,71	
			69,6	66,3	3,3		95,26	
			69,1	63,2	5,9		91,46	
			69,1	70,91	1,81		97,38	
			69,3	70,91	1,61		97,68	
			68,3	65,38	2,92		95,72	
			69	70,38	1,38		98,00	
			69,6	69,82	0,22		99,68	
			69,3	68,58	0,72		98,96	
4	80	81,8	82,29	0,49	1,43	99,40	98,22	
		79,9	85,09	5,19		93,50		
		81,8	82,42	0,62		99,24		
		80,6	80,45	0,15		99,81		

		80,7	80,95	0,25		99,69	
		80,4	82,29	1,89		97,65	
		86,3	88,97	2,67	1,19	96,91	98,62
		86,5	88,1	1,6		98,15	
		86,9	87,05	0,15		99,83	
		86,3	88,51	2,21		97,44	
		86,6	86,97	0,37		99,57	
		87,1	86,97	0,13		99,85	
		93,1	92,1	1		98,93	
		92,9	92,49	0,41	99,56		
		93	92,49	0,51	99,45		
		92,2	91,6	0,6	99,35		
		93,6	90,91	2,69	97,13		
		92,9	90,27	2,63	97,17		
		93,1	91,74	1,36	98,54		
		94,8	91,31	3,49	96,32		
5	100	-	-	-		-	

2. Perhitungan Lp

- Rentang Dinamis :

$$R_{\text{din}} = FS_{\text{max}} - FS_{\text{min}} = 92,49 - 46,3 = 46,19 \text{ dB}$$

- Rerata Toleransi

$$\frac{\sum_0^n \Delta}{n} = \frac{124}{50} = 2,48$$

- Rerata Akurasi

$$\text{Akurasi} = \frac{|\text{Nilai Sesungguhnya} - \text{Nilai Terukur}|}{\text{Nilai Sesungguhnya}} \times 100\%$$

$$\text{Rerata Akurasi} = \frac{\sum_0^n \text{Akurasi}}{n} = \frac{212,22}{50} = 4,24 \%$$

$$\text{Tingkat Akurasi} = 100 - 4,24 = 95,76\%$$

Lampiran 2. f Hasil Pengujian Tingkat Kebisingan Sinambung Setara (Leq)

1. Data

Skala Leq	No.	Hasil Pengukuran Leq (dB)		Selisih (dB)	Rerata Selisih (dB)	Tingkat Akurasi (%)	Rerata Tingkat Akurasi (%)
		Bruel & Kjaer tipe 2250	Prototipe				
20		-	-	-		-	
40		-	-	-		-	
60	1	62,6	65,77	3,17	2,53	94,94	95,96
	2	62,4	65,13	2,73		95,63	
	3	62,6	60,61	1,99		96,82	
	4	62,6	65,77	3,17		94,94	
	5	63,2	61,35	1,85		97,07	
	6	63,2	65,49	2,29		96,38	
	7	68,1	66,25	1,85	2,65	97,28	96,19
	8	68,2	68,5	0,30		99,56	
	9	68,1	64,02	4,08		94,01	
	10	68,2	65,92	2,28		96,66	
	11	68,3	64,76	3,54		94,82	
	12	73,8	69,98	3,82	3,22	94,82	95,64
	13	73,8	71,86	1,94		97,37	
	14	73,8	69,48	4,32		94,15	
	15	73,9	71,84	2,06		97,21	
	16	73,9	69,4	4,50		93,91	
	17	74	71,32	2,68		96,38	
	18	79,8	78,22	1,58		1,20	
	19	79,7	78,7	1,00	98,75		
	20	79,6	78,69	0,91	98,86		
	21	79,8	78,31	1,49	98,13		
	22	79,8	78,36	1,44	98,20		
80	23	82,7	81,95	0,75	0,50	99,09	99,40
	24	82,7	81,72	0,98		98,81	
	25	82,7	82,49	0,21		99,75	
	26	82,7	83,32	0,62		99,25	
	27	82,6	82,54	0,06		99,93	
	28	85,6	85,95	0,35	0,40	99,59	99,53
	29	85,6	86,52	0,92		98,93	
	30	85,5	85,53	0,03		99,96	
	31	85,7	86,13	0,43		99,50	
	32	85,6	85,89	0,29		99,66	

33	86,6	86,88	0,28	0,22	99,68	99,74
34	86,6	86,56	0,04		99,95	
35	86,6	86,81	0,21		99,76	
36	86,6	86,96	0,36		99,58	
37	86,5	86,73	0,23		99,73	
38	87,5	87,64	0,14	0,35	99,84	99,60
39	87,5	88,03	0,53		99,39	
40	87,7	88,31	0,61		99,30	
41	87,6	87,53	0,07		99,92	
42	87,5	87,92	0,42		99,52	
43	88,5	88,87	0,37	0,37	99,58	99,59
44	88,5	88,78	0,28		99,68	
45	88,5	88,62	0,12		99,86	
46	88,6	88,68	0,08		99,91	
47	91,5	90,51	0,99	0,92	98,92	99,00
48	91,5	90,72	0,78		99,15	
49	91,4	90,62	0,78		99,15	
50	91,4	92,52	1,12		98,77	
100	-	-	-		-	

2. Perhitungan Leq

- Rentang Dinamis :

$$R_{\text{din}} = FS_{\text{max}} - FS_{\text{min}} = 92,5 - 60,61 = 31,91 \text{ dB}$$

- Rerata Toleransi

$$\frac{\sum_0^n \Delta}{n} = \frac{65,04}{50} = 1,30 \text{ dB}$$

- Rerata Akurasi

$$\text{Akurasi} = \frac{|\text{Nilai Sesungguhnya} - \text{Nilai Terukur}|}{\text{Nilai Sesungguhnya}} \times 100\%$$

$$\text{Rerata Akurasi} = \frac{\sum_0^n \text{Akurasi}}{n} = \frac{89,93}{50} = 1,80 \%$$

$$\text{Tingkat Akurasi} = 100 - 1,80 = 98,20\%$$

Lampiran 2. g Teknik Pengukuran

1. Teknik pengukuran kalibrasi dan sensitivitas



2. Teknik Pengukuran L_p dan L_{eq}

a. Pengukuran Jarak Sumber bunyi dengan SLM



b. Pengukuran Tinggi tripod pada SLM



c. Pengukuran Tinggi Sumber Bunyi (Bluer & Kjaer *Omni Power 4292-L*)



Lampiran 3. Buku Pedoman Penggunaan

Untuk menggunakan Prototipe harap mengikuti langkah-langkahnya sebagai berikut :

a. Prototipe

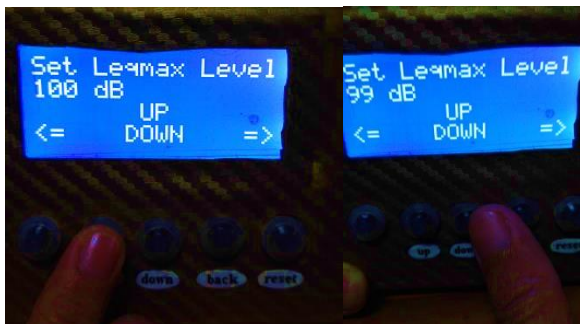
1. Nyalakan prototipe dengan saklar yang terletak pada samping prototipe.



2. Tekan Tombol “Select” untuk masuk ke menu pilihan batas NAB.



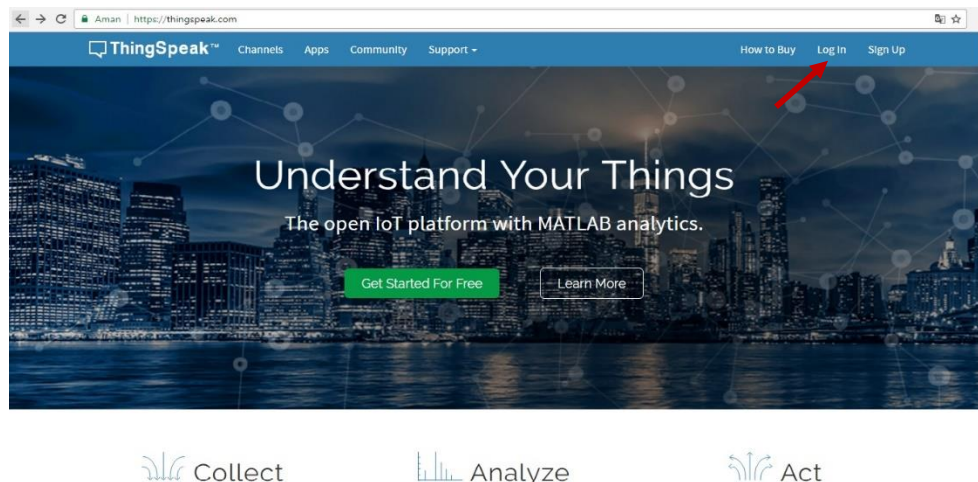
3. Tekan tombol “Up” atau “Down” untuk menambahkan atau mengurangi batas Nilai Ambang Batas (NAB) yang ingin digunakan.



4. Tekan tombol “Select” untuk memulai pengukuran. Tekan tombol “Back” untuk kembali ke menu sebelumnya. Tekan Tombol “Reset” untuk kembali ke menu awal.

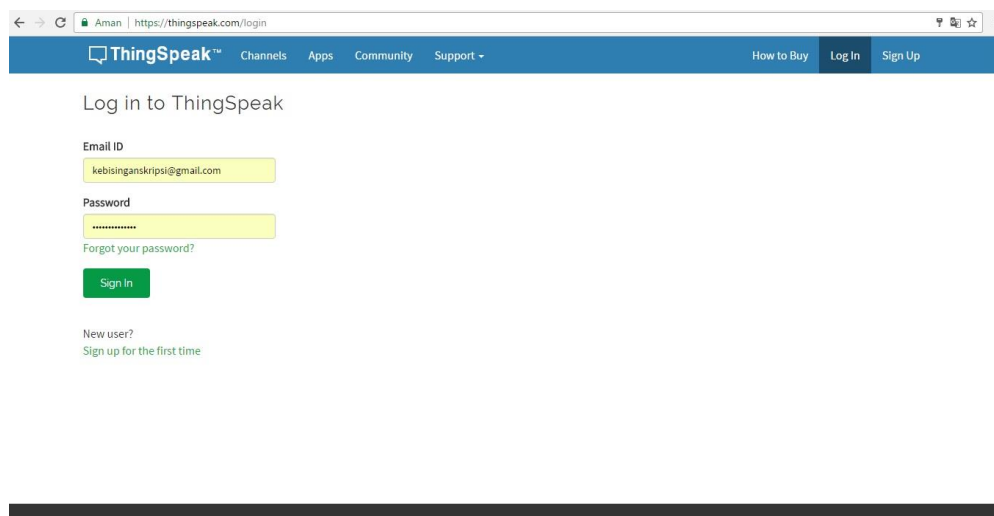
b. Akun IoT (sebagai admin)

1. Buka website www.thingspeak.com. Masuk ke menu login.

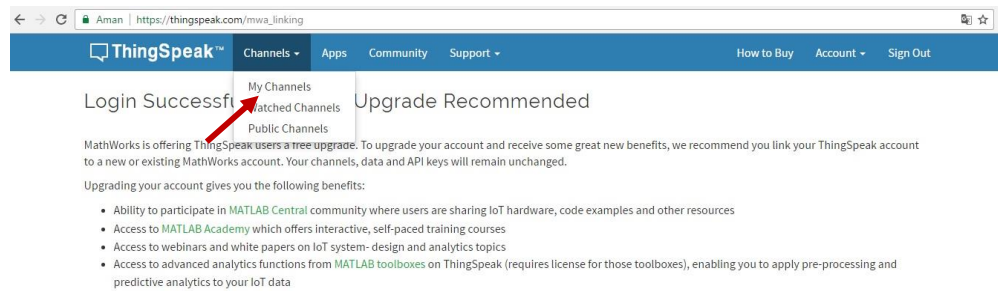


2. Pada menu login, Masukkan :

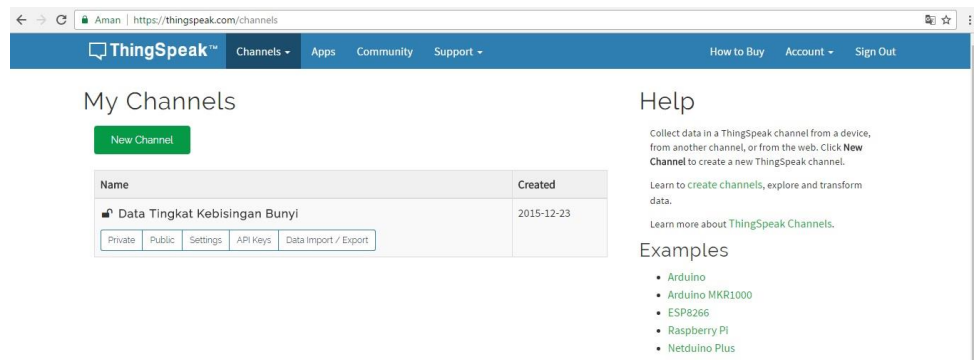
- Email ID : kebisinganskripsi@gmail.com
- Password : adminbising105



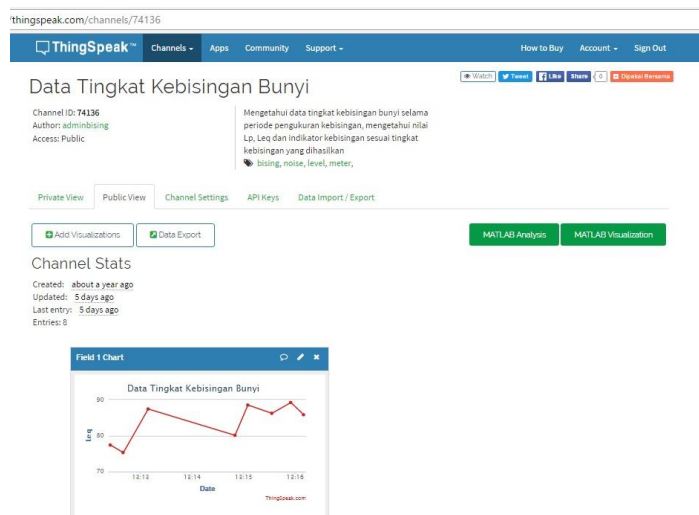
- Setelah sukses login, pilih menu “Channels” pada menu bar, lalu pilih “My Channels”



- Setelah masuk menu “My Channels”, terdapat beberapa menu pada toolbar channel.

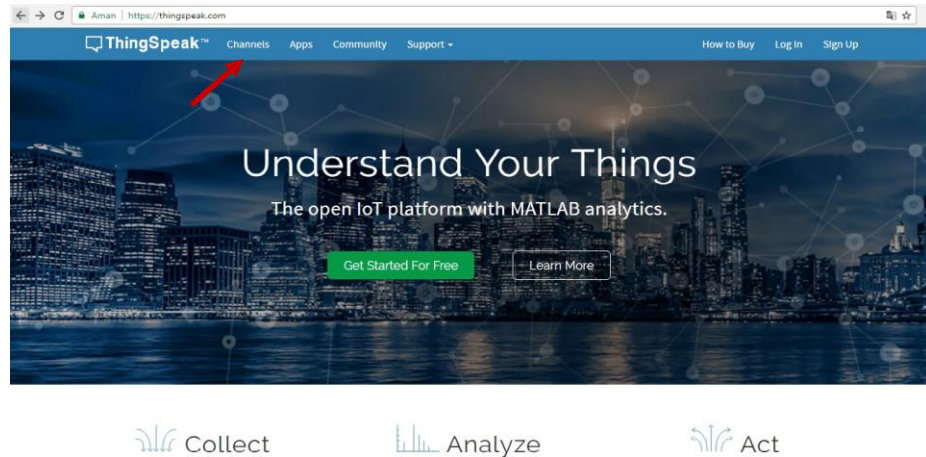


- Pilih “Private” untuk melihat *channel* secara pribadi. Pilih “Public” untuk melihat channel yang akan ditampilkan secara publik. Pilih “Settings” untuk mengatur *Channel* yang telah dibuat.

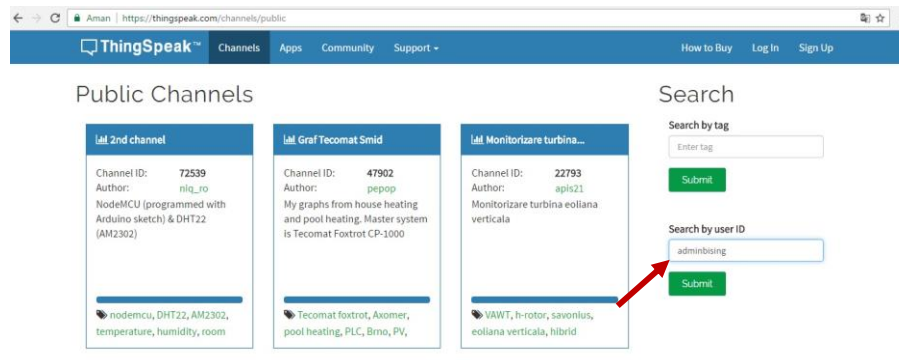


c. Akun IoT (Sebagai Viewer)

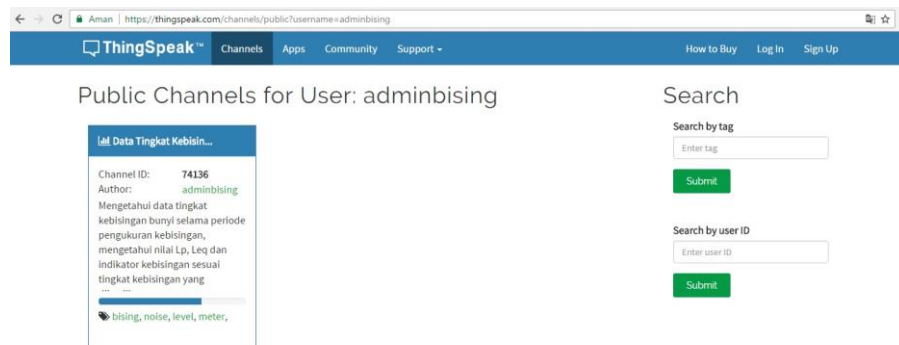
1. Buka Website www.thingspeak.com . Pilih menu “Channel”.



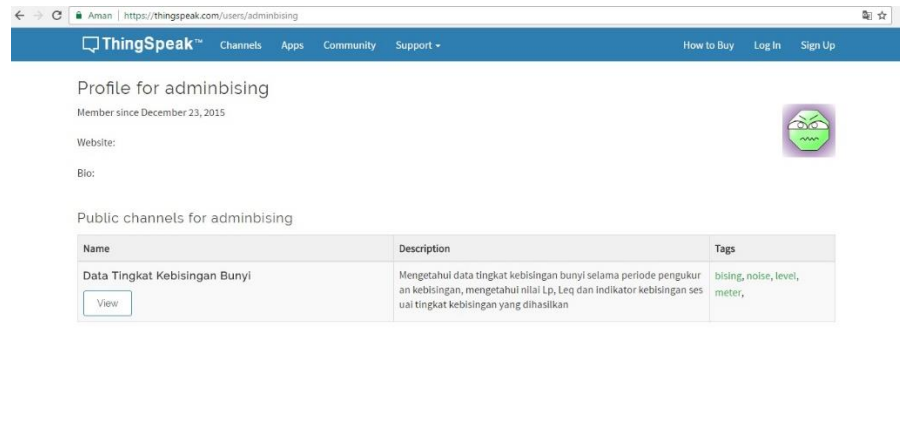
2. Setelah masuk laman *Channel*. Masukkan User ID “adminbising” pada menu *Search*.



3. Setelah ditemukan *Channel* dengan user IDE “adminbising”. Pilih bagian *Author* agar dapat masuk ke dalam *Channel* dalam mode *Public View*.



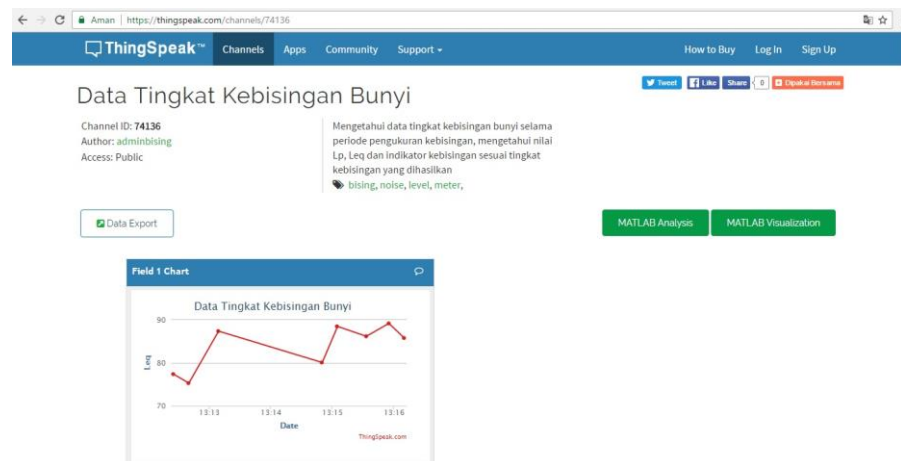
4. Setelah masuk *Channel* dalam mode *Public View*, Pilih *View* untuk melihat grafik pada *Channel*.



The screenshot shows the ThingSpeak user profile for 'adminbising'. The profile includes the user's name, member since date (December 23, 2015), and a profile picture. Below the profile information, there is a section for 'Public channels for adminbising' which contains a table with one entry: 'Data Tingkat Kebisingan Bunyi'. A 'View' button is located below the table entry.

Name	Description	Tags
Data Tingkat Kebisingan Bunyi	Mengetahui data tingkat kebisingan bunyi selama periode pengukuran kebisingan, mengetahui nilai Lp, Leq dan indikator kebisingan sesuai tingkat kebisingan yang dihasilkan	bising, noise, level, meter,

5. Grafik akan ditampilkan dalam mode *Public Channel*



The screenshot shows the public channel page for 'Data Tingkat Kebisingan Bunyi'. The channel ID is 74136, the author is adminbising, and the access is public. The channel description and tags are visible. A 'Data Export' button is present. Below the channel information, there is a 'Field 1 Chart' showing a line graph of noise level data over time. The graph shows a fluctuating line with values between 70 and 90. The x-axis is labeled 'Date' and the y-axis is labeled 'Leq'.

Date	Leq
13:13	75
13:14	85
13:15	80
13:16	85

Lampiran 4. Riwayat Hidup



Muthi Winaswarna, lahir di Sukabumi, 15 September 1993. Peneliti bertempat tinggal di Jl. Bambu Kuning 2 RT 07/05 No.20, Kelurahan Pondok Ranggon, Kecamatan Cipayung, Jakarta Timur. Mahasiswi yang hobi *travelling* dan membaca ini pernah menempuh pendidikan dari tingkat taman kanak-kanak di TK Islam Ananda Cibubur, Jakarta Timur. Kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SDN Cilangkap 04 Pagi Jakarta. Setelah itu, peneliti melanjutkan pendidikan menengah SMPN 49 Jakarta dan SMAN 48 Jakarta. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA, peneliti melanjutkan pendidikan ke jenjang lebih tinggi di Universitas Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika. Peneliti dapat dihubungi melalui alamat email di winaswarnamuthi@gmail.com