RANCANG BANGUN *SOUND LEVEL METER* BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK MENGUKUR KEBISINGAN INTERMITEN AKIBAT KERETA API MELINTAS

[1)]Firly Maulidya Anggrayni, [2)] Dzulkiflih

Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
email: firly.18062@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Salah satu kawasan di Jl. Ketegan Barat merupakan pemukiman padat penduduk yang berdekatan langsung dengan rel kereta api karena hanya berjarak sekitar ± 3,5 m dari lintasan. Berbagai dampak yang diakibatkan oleh kereta api yang melintas dapat mengancam keselamatan penduduk sekitar. Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu mengukur dan mengidentifikasi kebisingan yang diakibatkan saat kereta api melintas, berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. KEP-48/MENLH/11/1996 dengan menggunakan *Sound Level Meter* rancangan peneliti yang telah di uji keakuratannya. Pengujian menggunakan metode pengukuran secara langsung dengan pendekatan kuantitatif serta metode *purposive sampling* dan telah dilakukan pada 9 Mei – 15 Mei 2022 pada waktu pagi, siang, dan malam. Dari penelitian tersebut menghasilkan nilai rata-rata intensitas kebisingan intermiten di Jl. Ketegan Barat sebesar 89,5 dB – 98,9 dB atau lebih besar 62,73% - 79,81% dari batas ambang kebisingan untuk pemukiman yakni sebesar 55 dB. Berdasarkan hasil pengujian *Sound Level Meter* rancangan peneliti menunjukkan tidak hanya efektif untuk mengukur kebisingan akibat kereta api melintas namun juga perancangan alat yang mudah dan murah, serta fleksibel dibawa kemana saja.

Kata Kunci: Kereta api, Kebisingan, *Sound Level Meter*

Abstract

One of the areas on Jl. West Ketegan is a densely populated residential area that is directly adjacent to the railway because it's only about ± 3.5 m from the track. Various impacts caused by passing trains can threaten the safety of local residents. The purpose of this research is to measure and identify the noise caused when the train passes, based on the Decree of the Minister of the Environment No. KEP-48/MENLH/11/1996 by using Sound Level Meter designed by researchers that has been tested for accuracy. The test uses a direct measurement method with a quantitative approach and purposive sampling method and has been carried out on May 9 – May 15, 2022 in the morning, afternoon, and evening. From this research, the average value of intermittent noise intensity on Jl. West tension is 89.5 dB – 98.9 dB or 62.73% - 79.81% of the noise threshold for residential areas, which is 55 dB. Based on the results of the Sound Level Meter test, the researcher's design shows is not only effective for measuring noise due to passing trains, but also the design of a tool that is easy, inexpensive, and flexible to carry anywhere.

Keywords: Train, Noise, Sound Level Meter

PENDAHULUAN

Aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari yang dilakukan secara sadar maupun tidak, beberapa hal dapat mengakibatkan terjadinya berbagai dampak atau fenomena sosial. Salah satunya ialah kebisingan. Kebisingan merupakan bunyi atau suara yang

mengganggu pendengaran dengan tingkat intensitas yang berbeda-beda. Beberapa sumber yang menyebabkan terjadinya kebisingan diantaranya adalah interaksi antar manusia, hewan, konser musik, kendaraan bermotor, konstruksi, aktivitas industri dan lain-lain. Tidak dipungkiri kebisingan tersebut tidak hanya menyebabkan terganggunya kenyamanan namun juga menimbulkan beberapa gangguan diantaranya tuli, sakit di bagian tubuh tertentu, sulit fokus atau konsentrasi, gangguan psikologis, hingga hilangnya memori. Menurut Menteri Negara Lingkungan Hidup, kebisingan merupakan pencemaran suara dari kegiatan atau usaha yang dilakukan secara berkala pada waktu tertentu karena berefek buruk pada kesehatan dan kualitas lingkungan (KMNLH No. 48 Tahun 1996).

Ruang publik atau tempat umum seperti pasar, kantor, sekolah, *mall*, stasiun, terminal dan lain-lain tidak terlepas dari adanya aktivitas manusia. Hal tersebut menyebabkan kebisingan secara sadar maupun tidak sadar yang dapat berpotensi menurunkan kualitas pendengaran. Tingkat kebisingan yang dihasilkan pun berbeda-beda pada setiap tempat tergantung kepadatan manusia yang menempati ruang dan waktu tertentu. Kebisingan dikategorikan menjadi empat macam yaitu kebisingan kontinyu atau *steady*, kebisingan intermiten atau terputus-putus, kebisingan bervariasi waktu, dan kebisingan *impulsive*. Kebisingan merupakan sebuah masalah serius yang dialami oleh masyarakat luas karena menyebabkan terganggunya konsentrasi dan ketidaknyamanan baik itu di rumah, lingkungan ataupun tempat kerja (Prasetya et al., 2020). Sedangkan intensitas suara yang aman didengar oleh telinga manusia, normalnya sekitar 30 - 50 dB dan pendengaran akan terganggu apabila mendengar suara lebih dari 90 dB, (Hidayat et al., 2019).

Kereta api merupakan sarana transportasi publik yang memiliki jalur perlintasan darat yang hampir tersebar di seluruh Indonesia. Berbagai bentuk pembangunan yang dilakukan oleh pemerintah maupun PT. Kereta Api (Persero) untuk memperluas jalur kereta api termasuk berada di dekat pemukiman warga. Adanya pemukiman tersebut sangat berbahaya bagi keselamatan penduduk. Selain itu banyak sekali ditemukan pemukiman liar di kawasan rel kereta api yang tidak memiliki IMB (Izin Mendirikan Bangunan). Beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya pada tahun 2018 yaitu hasil perhitungan kebisingan atau *Lsm* sebesar 65,89 dB di sekitar Jl. Mustika Baru, Surabaya (Fina Violita Christiet al., 2018). Kemudian pada tahun 2019, hasil tingkat kebisingan di kawasan penduduk rel kereta api di Kecamatan Gondokusuman, Sleman, sekitar 52-77 dB, (Prihatiningsih & Rahmawati, 2018). Selanjutnya pada tahun 2021, besarnya intensitas kebisingan rata- rata pada lintasan kereta api *Double Track* di Stasiun Alas Tuo, Semarang, berada diatas ambang batas kebisingan sebesar 85,82 dB, (Ahmad & Margiantono, 2021). Dari berbagai penelitian diatas, kebisingan yang disebabkan oleh lalu lalang kereta api telah melewati batas ambang kebisingan sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 yaitu paparan kebisingan pada kawasan pemukiman seharusnya 55 dB dalam kurun waktu 24 jam.

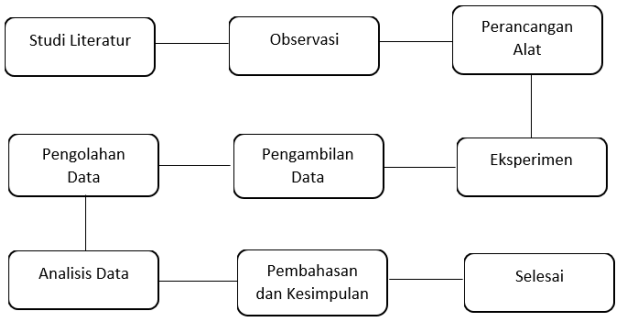
Pemukiman yang berada di Jl. Ketegan Barat, Kecamatan Taman, Kab. Sidoarjo yang merupakan pemukiman padat penduduk dekat lintasan rel kereta api yang berjarak sekitar 500meter dengan Stasiun Sepanjang. Di kawasan ini, rumah-rumah saling berdempet dan berjajar bahkan jarak rumah penduduk dari tersebut hanya berjarak sekitar ± 3,5 meter, dimana sangat beresiko terhadap paparan kebisingan. Sebagian besar, penduduk telah tinggal selama bertahun-tahun di kawasan ini. Berdasarkan pemaparan diatas, tujuan dilakukannya penelitian di kawasan ini yaitu untuk mengetahui tingkat kebisingan intermiten (terputus-putus) yang diakibatkan saat kereta api melintas yang terjadi pada lingkungan pemukiman di Jl. Ketegan Barat.

METODE

A. Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode pengukuran secara langsung dengan pendekatan kuantitatif serta metode *purposive sampling* yaitu peneliti menentukan sendiri lokasi dan pengambilan data penelitian sesuai persyaratan yang diperbolehkan (Nizar & Yunita, 2022). Guna mencapai tujuan penelitian, tahapan pertama yang dilakukan adalah studi literatur dari jurnal penelitian terdahulu, mengindentifikasi permasalahan, kemudian membuat rancangan alat kebisingan suara atau *Sound Level Meter* (SLM) berbasis Arduino Uno. Variabel yang tercantum dalam penelitian diantaranya, (1) Variabel bebas yakni waktu penelitian. (2) Variabel kontrol pada penelitian adalah jarak pengukuran dan Digital SLM DSM-814 (standar pabrik). (3) Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah kereta melintas dan tingkat kebisingan (dB).

Sehingga langkah-langkah yang dilakukan dalam mencapai tujuan penelitian tersebut, dapat ditunjukan pada diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Rancangan SLM yang sudah selesai dibuat, dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan Digital SLM DSM-814 (standar pabrik). Kemudian SLM rancangan peneliti dan standar pabrik di uji untuk dibandingkan dan diambil data kalibrasinya secara bersamaan di lokasi penelitian. Selanjutnya akan didapat 5 data hasil rata-rata pengukuran kebisingan. Hasil perbandingan nilai intensitas kebisingan pada kedua SLM tersebut dapat diketahui nilai *erorr* nya menggunakan persamaan berikut :

Nilai *error* (%) = tidak boleh melebihi 1%

$$Error = \frac{nilai\ bising\ SLM\ pabrik - nilai\ bising\ SLM\ rancangan}{nilai\ bising\ SLM\ pabrik}\ x\ 100\%$$

Selanjutnya pengambilan data dilakukan di depan rumah salah satu warga dengan menggunakan SLM rancangan yang terkalibrasi. Terdapat syarat saat pengambilan data yaitu tidak ada suara kebisingan selain kereta api melintas dan juga tidak dilakukan saat hujan. Data-data hasil penelitian diolah dengan mencari nilai rata-rata kebisingan lalu menganalisis hasil kebisingan yang ditimbulkan saat kereta api melintas *(Kebisingan Intermiten)* dengan memperhatikan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tahun 1996 No. KEP-48/MENLH/11/1996 yang terangkum pada tabel berikut :

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	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 :	
• Bandara Udara*)	
• Stasiun Kereta Api*)	
• Pelabuhan Laut	70
• Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumas Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Keterangan : *) di sesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan

Tabel 1. Standar baku kebisingan yang tercantum dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup pada tahun 1996 No. KEP-48/MENLH/11/1996.

B. Desain Sistem Alat

Dilakukan perancangan sistem pada tahap ini yang terdiri dari tiga subsistem utama :

1.) Subsistem Kebisingan

Subsitem Kebisingan pada rancangan alat dengan menggunakan Sensor GY-MAX4466. Sensor GY-MAX4466

merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kebisingan suara yang menggunakan microphone dengan sensitivitas -35 dB hingga -56 dB. Tegangan kerja sensor GY-MAX4466 sekitar 3,3 – 5 VDC. Dalam sensor ini mempunyai sistem *output* data berbentuk tegangan analog yang fleksibel terkoneksi ke ADC maupun mikrokontroler berbasis internal ADC sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengukur intensitas kebisingan suara, pembuatan perangkat lunak (*software*), tampilan grafik, dan data pengukuran yang dapat tersimpan dalam file *Microsoft Excel* (Anastasi Seseragi Lapono & Kristian Pingak, 2018).

Gambar 2. Sensor GY-MAX4466

2.) Subsistem Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah komputer kecil yang terintegrasi dalam satu IC yang terdiri dari CPU, Port I/O, ADC, DAC, *Memory*, *Timer*, *Interupt Control*, dan *Special Functioning Block*. Mikrokontroler telah digunakan dalam berbagi aplikasi di kehidupan sehari-hari dalam berbagai sistem, seperti keamanan, pengendalian, data, komunikasi, dll. Saat ini terdapat mikrokontroler yang terintegrasi dengan komponen-komponen elektronik yang sangat popular penggunaanya dalam berbagai keperluan, salah satunya adalah mikrokontroler Arduino Uno yang merupakan sebuah papan elektronik berbasis mikrokontroler ATmega328. Terdapat 14 digital I/O, terkoneksi USB, 16 MHz Crystal Oscillator, 6 input analog, *jack* listrik serta tombol *reset*. Terdapat pin-pin Arduino Uno dibuat untuk mendukung mikrokontroler, yang terkoneksi oleh komputer/PC dengan kabel USB, menggunakan tegangan yang bersumber dari adaptor AC-DC atau baterai (Nurwati, 2018). Mikrokontroler ini juga dilengkapi oleh *Static Randomaccess Memory* (SRAM) berukuran 2 KB yang merupakan komponen yang berfungsi sebagai penyimpanan data, *Flash Memory* berukuran 32 KB, serta *Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) berukuran 1 KB digunakan untuk menyimpan hasil program ke dalam komputer/PC (Manihuruk & Manik, 2021).

Gambar 3. Arduino Uno

3.) Subsistem Keluaran (Outuput)

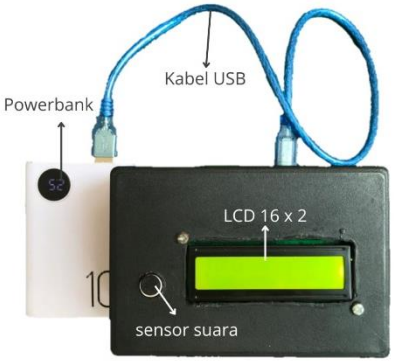
Subsitem keluaran pada penelitian ini menggunakan LCD 16 x 2 + Modul I^2C sebagai hasil pembacaan tingkat kebisingan Sensor GY-MAX4466 yang telah di program dengan Mikrokontroler Arduino Uno. LCD atau *Liquid Crystal Display* yang berfungsi sebagai media tampilan hasil data dari mikrokontroler berupa huruf & angka, karakter, dan grafik. I^2C *(Inter Integrated Circuit)* merupakan modul yang di desain khusus sebagai standar komunikasi untuk menerima maupun mengirim data. Umumnya penggunaan LCD 16 pin akan

sangat boros. Oleh karena itu digunakan Modul I^2C sebagai driver untuk mengontrol LCD yang hanya menggunakan 2 pin yakni *Serial Data* (SDA) dan *Serial Clock* (SDC) (Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J. Mamahit, 2018).

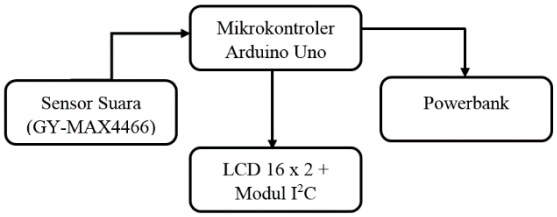
Gambar 4. LCD 16 x 2

C. Perakitan Alat

Pembuatan *Sound Level Meter* atau alat kebisingan suara ini tentunya menggunakan sensor suara sebagai komponen utama yakni Sensor GY-MAX4466. Kemudian Arduino Uno, LCD 16 x 2 + Modul I^2C, kabel pita 10 cm (3 pin), kabel USB dan juga Powerbank berkapasitas 10.000 mAh. Selanjutnya solder dan instalasi seluruh perangkat (Arduino Uno, Sensor GY-MAX4466, LCD 16 x 2 + Modul I^2C) dengan Software Aduino IDE dan memasukkan kode program dengan benar. Tes pemograman masing-masing perangkat untuk mencegah *error*. Memastikan seluruh program telah terintegrasi dan melakukan tes fungsi. Membuat *casing box* atau kotak penyimpanan alat yang terbuat dari plastik hitam ABS dengan ukuran 12 cm x 8,5 cm x 5 cm. Bagian atas kotak tersebut dilubangi untuk menampilkan LCD 16 x 2 sebagai pembaca hasil kebisingan.



Gambar 5. SLM Rancangan Peneliti



Gambar 6. Diagram Blok Perakitan Alat

D. Instalasi Dan Pembuatan Piranti Lunak

Pemograman yang dilakukan untuk pembuatan SLM ini menggunakan Software Arduino IDE bertujuan untuk mengatur tampilan pada LCD 16 x 2 + Modul I^2C sebagai pembaca hasil data kebisingan (dB). Arduino IDE atau *Integrated Development Environment* yakni perangkat lunak *open source* yang berisi berbagai intruksi atau perintah lalu diaplikasikan ke mikrokontroler yang dirancang untuk pemrograman. Penulisan kode program pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman C bertujuan agar sistem dapat berkerja sesuai kode program yang telah di input kedalam mikrokontroler (Samsugi et al., 2020). Arduino IDE adalah multiplatform yang dapat dijalankan di Windows, Mac, atau Linux dan bersifat *Open Source* secara gratis. Mudah untuk dipelajari dan harganya pun cukup murah.

Gambar 7. Software Arduino IDE

E. Prinsip Kerja Alat

SLM (Sound Level Meter) rancangan peneliti membutuhkan Powerbank sebagai sumber daya untuk mengaktifkan alat dikarenakan pada alat tidak

terdapat tombol *on* atau *off*. Selanjutnya powerbank tersebut disambungkan dengan alat menggunakan kabel USB. Pengukuran dapat menggunakan Powerbank dengan kapasitas yang rendah seperti 5000 mAh. Untuk menghemat daya pada Powerbank, alat kebisingan hanya akan dinyalakan beberapa detik sebelum terdengar suara kereta yang akan melintas tepat di depan SLM atau sensor suara. Hal ini bertujuan agar SLM akan bertahan lama saat digunakan. Kemudian alat akan menampilkan hasil intensitas kebisingan dalam layer LCD 16 x 2 + Modul I^2C.

F. Desain Uji Eksperimen

SLM rancangan peneliti memiliki rentang pengukuran dengan skala 30 dB – 140 dB. Pengujian SLM dilakukan pada jarak ± 3,5meter dari lintasan kereta api atau di depan rumah warga setempat. Kemudian SLM tersebut diletakkan di atas tanah/paving. Pengambilan data hanya dilakukan saat kereta lewat kemudian SLM akan menampilkan hasil kebisingan pada tampilan layar LCD 16 x 2 + Modul I^2C. Selanjutnya merekam hasil kebisingan yang dihasilkan oleh SLM saat kereta melintas menggunakan *handphone*. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pengolahan data. Selanjutnya peneliti akan mencatat kebisingan yang dihasilkan tiap detik selama waktu lintasan kereta api dari titik penelitian untuk kemudian diambil nilai rata-rata kebisingannya.

Kemudian menggunakan Digital SLM DSM-814 yang merupakan alat pengukur kebisingan suara rancangan pabrik sebagai pembanding hasil akurasi dari alat pengukur kebisingan rancangan peneliti. Digital SLM DSM-814 memiliki rentang pengukuran dengan skala 40 dB – 130 dB dengan akurasi ± 2 dB di bawah kondisi referensi dan rentang frekuensi 31.5 Hz ~ 8.5 kHz. Alat ini banyak sekali digunakan karena praktis untuk keperluan studi, penelitian, mengontrol kebisingan suara di rumah, sekolah, kantor dan area konstruksi.

Gambar 8. Digital SLM DSM-814

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kalibrasi SLM Rancangan Peneliti

Sebelum pengambilan data oleh peneliti lokasi penelitian, tahap pertama yang dilakukan adalah mengkalibrasi SLM rancangan peneliti dengan Digital SLM DSM-814 (standar pabrik) untuk dibandingkan dan diambil data kalibrasinya secara bersamaan. Tujuan dari kalibrasi adalah untuk mengetahui nilai *erorr* atau nilai kesalahan relatif sehingga dapat diketahui besarnya akurasi SLM rancangan peneliti. Kalibrasi tersebut dilakukan dengan menggunakan 5 jenis kebisingan suara dengan intensitas yang berbeda-beda dan di uji dengan menggunakan jarak 3,5 m. Sehingga di dapatkan 5 data hasil intensitas kebisingan kedua SLM yang terangkum pada tabel berikut :

Jenis Kebisingan	SLM DSM-814 (dB)	SLM Rancangan (dB)	Nilai Error (%)
Percakapan	56,4	56,9	0,88
Musik *handphone*	57,3	57,8	0,87
Sepeda motor	60,8	60,2	0,98
Toa musholla	75,6	75,1	0,66
Mesin las listrik	79,4	80,2	1,00
Rata-rata			0,878

Tabel 2. Data kalibrasi SLM

Hasil 5 data nilai *error* dari SLM rancangan peneliti yang telah diuji dan dikalibrasi dengan Digital SLM DSM-814 (standar pabrik), diperoleh rata-rata sebesar 0,878% atau kesalahan relatifnya tidak melebihi 1%. *Error* yang dihasilkan oleh SLM rancangan peneliti tersebut disebabkan karena sensor suara bekerja kurang baik pada jarak 3,5 m. Selain itu, perubahan jarak juga tidak dilakukan oleh peneliti sehingga hasil kebisingan pada jarak lainnya

tidak diketahui dan perlu dibandingkan. Faktor lainnya adalah SLM rancangan peneliti ini masih sederhana untuk mengukur kebisingan. Disisi lain terdapat kelebihan dari SLM rancangan peneliti yakni perancangannya yang lebih murah & sederhana karena hanya menggunakan 1 sensor suara serta koding pemograman dapat ditemukan di internet secara gratis. Mudah dibawa kemana saja dan hanya menggunakan Powerbank sebagai sumber pengisi daya. Selain itu SLM rancangan peneliti dapat dikatakan akurasi karena mendekati nilai pengukuran Digital SLM DSM-814 (standar pabrik). Oleh karena itu SLM rancangan peneliti dapat juga dikatakan valid untuk digunakan sebagai pengukuran intensitas kebisingan suara.

B. Pengujian Alat Rancangan Peneliti

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kebisingan suara (dB) oleh pembacaan sensor suara GY-MAX4466 yang ditampilkan oleh LCD 16 x 2 + Modul I^2C. Pengujian alat dilakukan di tempat yang sepi dan tenang dari kebisingan lain agar hasil yang ditampilkan dapat akurat (Achsan & Krisbiantoro, 2021). Lokasi penelitian yang dilakukan untuk pengukuran berada di pemukiman rel kereta di Jl. Ketegan Barat dengan jarak ± 3,5 m. Jarak tersebut merupakan jarak yang sebenarnya antara rumah dengan lintasan rel kereta api yang telah diukur oleh peneliti. Dimana dengan jarak sedekat itu, penduduk akan sangat rentan terpapar kebisingan.

Waktu penelitian dilakukan selama 4 hari pengukuran pada 9 – 15 Mei 2022 yang terbagi menjadi 3 periode waktu yaitu pagi, siang, dan malam. Setiap periode waktu penelitian dibutuhkan selama 2 jam. Jumlah kereta yang melintas di Jl Ketegan Barat setiap hari berbeda-beda. Begitu juga jumlah kereta yang melintas di setiap periode waktu pengambilan data kebisingan pun berbeda-beda. Oleh karena itu hasil kebisingan yang ditimbulkan saat kereta api melintas *(Kebisingan Intermiten)* ditampilkan ke dalam 4 tabel sebagai berikut :

Jam	L (dB)							$\overline{Lp}$	$\overline{Ls}$	$\overline{Lm}$	*Lpsm* (dB)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7				
08.00 – 10.00	91,0	94,7	93,9	87,9	99,1	93,4		93,9	95,2	90,7	93,3
13.00 – 15.00	93,6	96,7	101,2	94,4	90,0						
19.00 – 21.00	93,5	85,8	92,7								

Tabel 3. Hasil pengukuran kebisingan pada hari Senin 9 Mei 2022.

Diperoleh hasil pengujian pada hari pertama didapatkan hasil rata-rata kebisingan yaitu pada waktu pagi sebesar 93,9 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 99,1 dB. Lalu pada waktu siang sebesar 95,2 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 101,2 dB. Serta pengujian pada waktu malam sebesar 90,7 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 93,5 dB. Sedangkan rata-rata kebisingan dari total 14 kereta yang melintas pada saat pengukuran di hari pertama yakni sebesar 93,3 dB.

Jam	L (dB)							$\overline{Lp}$	$\overline{Ls}$	$\overline{Lm}$	*Lpsm* (dB)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7				
08.00 – 10.00	91,8	88,0	93,5	97,2	94,4	90,0		92,5	94,9	90,9	92,8
13.00 – 15.00	93,7	100,9	92,3	92,9							
19.00 – 21.00	96,4	89,7	92,3	85,5							

Tabel 4. Hasil pengukuran kebisingan pada hari Jumat 13 Mei 2022.

Kemudian pengujian yang dilakukan pada hari kedua didapatkan hasil rata-rata kebisingan yaitu pada waktu pagi sebesar 92,5 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 97,2 dB. Lalu pada waktu siang sebesar 94,9 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 100,9 dBA. Serta pengujian pada waktu malam sebesar 90,9 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 96,4 dB. Sedangkan rata-rata kebisingan dari total 14 kereta yang melintas pada saat pengukuran di hari kedua diperoleh sebesar 92,8 dB.

Jam	L (dB)							$\overline{Lp}$	$\overline{Ls}$	$\overline{Lm}$	*Lpsm* (dB)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7				
08.00 – 10.00	90,6	89,0	83,5	86,2	99,2	88,4		89,5	93,1	92,8	91,8
13.00 – 15.00	92,3	94,8	93,1	92,5	92,9						
19.00 – 21.00	94,3	95,9	91,1	89,7							

Tabel 5. Hasil pengukuran kebisingan pada hari Sabtu 14 Mei 2022.

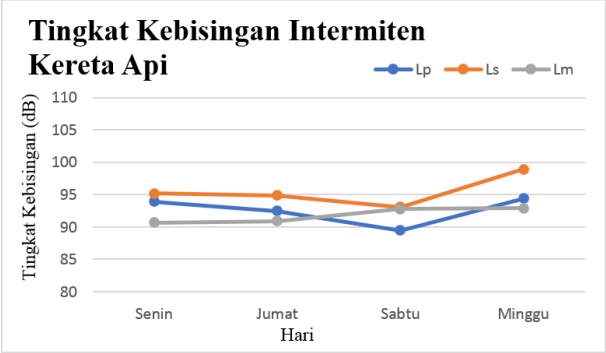
Selanjutnya pengujian pada hari ketiga didapatkan hasil rata-rata kebisingan yaitu pada waktu pagi sebesar 89,5 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 99,2 dB. Lalu pada waktu siang sebesar 93,1 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 94,8 dB. Serta pengujian pada waktu malam sebesar 92,8 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 95,9 dB. Sedangkan rata-rata kebisingan dari total 15 kereta yang melintas pada saat pengukuran di hari ketiga diperoleh sebesar 91,8 dB.

Jam	L (dB)							$\overline{Lp}$	$\overline{Ls}$	$\overline{Lm}$	*Lpsm* (dB)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7				
08.00 – 10.00	94,6	95,5	93,5	96,9	97,4	94,4	88,8	94,4	98,9	92,9	95,4
13.00 – 15.00	101,2	94,5	92,9	103,2	102,8						
19.00 – 21.00	92,3	95,0	91,5								

Tabel 6. Hasil pengukuran kebisingan pada hari Minggu 15 Mei 2022.

Serta pengujian terakhir dilakukan pada hari keempat didapatkan hasil rata-rata kebisingan yaitu pada waktu pagi sebesar 94,4 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 97,4 dB. Lalu pada waktu siang sebesar 98,9 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 103,2 dB. Serta pengujian pada waktu malam sebesar 92,9 dB dengan intensitas kebisingan maksimumnya adalah 95,0 dB. Sedangkan rata-rata kebisingan dari total 15 kereta yang melintas pada saat pengukuran di hari keempat diperoleh sebesar 95,4 dB.

Demikian besarnya tingkat kebisingan rata-rata selama 4 hari pengukuran dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 9. Grafik Tingkat Kebisingan Intermiten Kereta Api.

Berdasarkan grafik tentang tingkat kebisingan intermiten kereta api yang dihasilkan oleh kereta api melintas diatas, dapat disimpulkan bahwa pengujian dan identifikasi kebisingan menunjukkan rata-rata intensitas kebisingan intermiten yang dihasilkan oleh kereta api melintas di Jl. Ketegan Barat di nilai telah melewati batas ambang kebisingan yaitu sebesar 89,5 dB – 98,9 dB, dimana kebisingan yang dihasilkan lebih besar 62,73% - 79,81% dari nilai maksimum sebesar 55 dB yang dianjurkan dalam standar kebisingan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. KEP-48/MENLH/11/1996. Diketahui intensitas kebisingan tertinggi dalam ke empat tabel data tersebut terjadi pada pagi dan siang hari, serta kebisingan tertinggi terjadi pada hari minggu. Hal ini dikarenakan rata-rata kereta yang melintas adalah *far track* sehingga laju kereta api yang melintas sangat cepat. Penyebab lain terjadinya kebisingan yang melebihi ambang batas tersebut ditimbulkan oleh gesekan antara roda dengan rel, suara klakson, lamanya kereta melintas, dan pada pemukiman tidak memiliki penghalang kebisingan atau *noise barrier*. Beberapa kebisingan yang dihasilkan diatas >95 dB yang juga berpotensi menimbulkan getaran pada lantai rumah (getaran mekanis) sehingga berpengaruh terhadap kenyamanan dan kesehatan warga penduduk sekitar rel kereta api. Resiko kesehatan yang dapat ditimbulkan seperti gangguan pendengaran, sakit kepala, peningkatan denyut jantung, hipertensi, dll.

Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pencegahan, guna mengurangi terjadinya resiko tinggi akibat paparan di atas ambang kebisingan yaitu dengan memberikan *noise barrier* atau penghalang kebisingan pada rumah penduduk sekitar rel kereta api. Bentuk *barrier* tersebut diantaranya membangun pagar (pagar besi, pagar tembok masif, maupun pagar tanaman), membangun rumah dengan tembok yang berukuran tebal, serta menanam tanaman bunga atau pohon (penghalang vegetasi).

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan diatas, hasil pengujian Sound Level Meter berbasis Arduino Uno rancangan peneliti dapat menunjukan semua sistem fungsi berjalan dengan baik untuk mendeteksi kebisingan intermiten akibat kereta api melintas. Hasil kalibrasi SLM rancangan peneliti dengan Digital SLM DSM-814 (standar pabrik) didapatkan rata-rata nilai *erorr* sebesar 0,878% atau kesalahan relatifnya tidak melebihi 1%. Maka SLM rancangan peneliti dapat dikatakan valid digunakan untuk pengukuran intensitas kebisingan suara. Serta pengukuran dan identifikasi kebisingan menunjukkan rata-rata intensitas kebisingan intermiten yang dihasilkan oleh kereta api melintas di Jl. Ketegan Barat melewati batas ambang kebisingan sebesar 89,5 dB – 98,9 dB atau lebih besar 62,73% - 79,81% dari nilai maksimum sebesar 55 dB yang dianjurkan dalam Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tahun 1996. Oleh karena itu untuk mencegah resiko besar yang ditimbulkan akibat paparan di atas ambang kebisingan yaitu dengan memberikan *noise barrier* atau penghalang kebisingan pada rumah penduduk sekitar.

B. Saran

Bagi peneliti selanjutnya diharapkan menggunakan alat *ear plug* atau *ear muff* untuk menghindari resiko gangguan pendengaran akibat suara kereta. Kemudian pembuatan alat kebisingan ini tergolong masih sederhana, maka perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut dengan penambahan jumlah atau komponen lain serta pembuatan software agar mempermudah mengolah data. Penggunaan komponen diharapkan tidak menggunakan harga yang murah karena dapat mempengaruhi sensitivitas dan fungsi dari kerja alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Achsan, C. M. & Krisbiantoro, D. (2021). *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dan Pemberi Peringatan Kebisingan Suara Berbasis Arduino* (Studi Kasus: Perpustakaan Universitas Amikom Purwokerto). Jurnal Simetris*:* Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer, l l(2), 551–559.

Ahmad, F. & Margiantono, A. (2021). Analisis Kebisingan Lingkungan Pada Lintasan Kereta Api Double Track di Stasiun Alas Tuo. *23*(1), 43–55.

Anastasi Seseragi Lapono, L. & Kristian Pingak, R. (2018). *Rancang Bangun Sound Level Meter Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno Design of Sound Level Meter Using Sound Sensor Based on Arduino Uno*. *Jurnal Ilmu Dasar*, *19* (2), 111.

Hidayat, A. D., Sudibya, B. & Waluyo, C. B. (2019). *PENDETEKSI TINGKAT KEBISINGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS SEBAGAI MEDIA KONTROL KENYAMANAN RUANGAN PERPUSTAKAAN*. *Avitec*, *1*(1), 99–109.

Kementrian Negara Lingkungan Hidup. 1996. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Kep 48/MENLH/11/1996 Tentang Standar Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta.

Manihuruk, J, & Manik, T. G. (2021). *DESAIN SISTEM BUKA TUTUP PINTU RUMAH OTOMATIS*. *4*(2).

Nizar, M., & Yunita, I. (2022). Pemetaan Tingkat Kebisingan Lingkungan Universitas Syiah Kuala menggunakan Aplikasi ArcGIS. *2*(1), 1–8.

Nurwati. (2018). *PENDETEKSI TINGKAT KEBISINGAN DAN PEMBERI PERINGATAN PADA PERPUSTAKAAN BERBASIS ARDUINO*. Seminar Nasional Royal (SENAR), *1*(1), 1–4.

Pendahuluan, A., Rejo, R. N., Baru, J. M., & Kunci, K. (n.d.). *PENDUDUK SEPANJANG REL KERETA API NGAGEL REJO SURABAYA (DESCRIPTION OF NOISE LEVEL AND NON AUDITORY*

DISORDERS TO RESIDENTS IN THE SETTLEMENTS ALONG THE RAIL NGAGEL REJO SURABAYA) Fina Violita Christi Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Ma.

Prasetya, R. B., Gunadi, S., & Wati, E. K. (2020). *Pembuatan Sistem Perancang Peredam Kebisingan.* JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah), 4(2), 56–64.

Prihatiningsih, D, & Rahmawati, S. (2018). *Pemetaan Tingkat Kebisingan di Pemukiman Sekitar Rel Kereta Api Kecamatan Gondokusuman.* Jurnal Tugas Akhir. Yogyakarta.

Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). *Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno*. Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam, 1(1), 17.

Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J. Mamahit, S. R. U.S. (2018). *RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KEBISINGAN BERBASIS ARDUINO UNO*. Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer, *7*(2), 183–188.