

**HUBUNGAN SUARA BISING KNALPOT BRONG DENGAN GANGGUAN
PENDENGARAN PADA KOMUNITAS COMMONRAILFUN
(Studi *Cross Sectional* di Komunitas Commonrailfun di Kota Semarang)**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Oleh :

Gavin Akeyla Reyhan Yuwono

30102000078

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2024**

SKRIPSI
HUBUNGAN SUARA BISING KNALPOT BRONG DENGAN
GANGGUAN PENDENGARAN PADA KOMUNITAS
COMMONRAILFUN

(Studi *Cross Sectional* di Komunitas Commonrailfun di Kota Semarang)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Gavin Akeyla Reyhan Yuwono

30102000078

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal 13 November 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



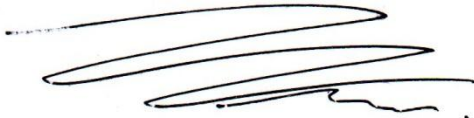
dr. Agung Sulistyanto, Sp.THT-KL

Penguji I



Dr. dr. Andriana T.W.W.S,
Msi.Med., Sp.THT-KL

Pembimbing II



dr. Prabowo W.Y.P., Sp.An KMN, M.Biomed

Penguji II



dr. Nurnia Tyagita M.Biomed

Semarang, 21 November 2024



Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, S.H., Sp.KF

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gavin Akeyla Reyhan Yuwono

NIM : 30102000078

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul :

**HUBUNGAN SUARA BISING KNALPOT BRONG DENGAN
GANGGUAN PENDENGARAN PADA KOMUNITAS *COMMONRAILFUN*
(Studi *Cross Sectional* di Komunitas Commonrailfun di Kota Semarang)**

Adalah sungguh hasil karya tulis yang saya susun dan dengan kesadaran penuh bahwa saya tidak mengerjakan berbagai macam tindakan plagiasi yakni mengutip sebagian atau keseluruhan karya tulis milik orang lain tanpa mencantumkan sumbernya. Sanksi yang sesuai dengan aturan akan bersedia saya lakukan apabila saya terbukti melakukan tindakan plagiasi tersebut.

Semarang, 6 November 2024
Yang menyatakan,



Gawz
Gavin Akeyla Reyhan Yuwono

PRAKATA

Assalamu'allaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan nikmat serta anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Hubungan Suara Bising Knalpot Brong Dengan Gangguan Pendengaran pada Komunitas *Commonrailfun* (Studi *Cross Sectional* di Komunitas *Commonrailfun* di Kota Semarang)”**

Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. terselesaikannya penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. dr. H. Setyo Trisnadi, S.H., Sp.KF., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk melakukan penelitian ini.
2. dr. Agung Sulistyanto, Sp.THT-KL, selaku dosen pembimbing pertama dan dr. Prabowo Wicaksono Yuwono Putro, Sp.An KMN, M.Biomed selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, wawasan, arahan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
3. Dr. dr. Andriana Tjitria Widi Wardani Sardjana, Sp. THT-KL, Msi. Med, selaku dosen penguji pertama dan dr. Dirga Rachmad Aprianto, M.Neurosci., M.Ked.Klin., Sp.BS, selaku dosen penguji kedua dan dr. Nurnia Tyagita M.Biomed selaku pengganti dosen penguji 2 yang telah meluangkan waktu

untuk memberikan bimbingan, wawasan, arahan, dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

4. Kepala cabang Laboratorium CITO Indraprasta dan seluruh staff terkait yang telah memberikan izin dan bantuan kepada penulis untuk melakukan penelitian hingga selesai dan berjalan lancar.
5. Ungkapan terimakasih yang sangat besar penulis haturkan kepada seluruh keluarga yang penulis sayangi dan cintai Bapak Prabowo Wicaksono Yuwono Putro, Ibu Roosmalia Isdiani atas doa, restu, nasihat, kasih sayang, fasilitas, dukungan, serta arahan dari mereka yang tidak ada habisnya terhadap seluruh kehidupan yang telah penulis jalani hingga dapat menjalani studi saat ini.
6. Terimakasih kepada diri sendiri dan sahabat saya yang tidak dapat saya sebutkan namanya yang selama penulis menempuh studi hingga mencapai gelar sarjana sangat berandil besar dalam memberikan dukungan, bantuan serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Terimakasih kepada teman-teman Astrocytes, selaku teman serta sahabat yang selalu bersedia memberikan bantuan, dukungan, mendoakan serta semangat kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Terimakasih kepada responden yang telah bersedia meluangkan waktunya secara sukarela untuk mengikuti kegiatan penelitian oleh penulis dengan sabar dan ikhlas, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

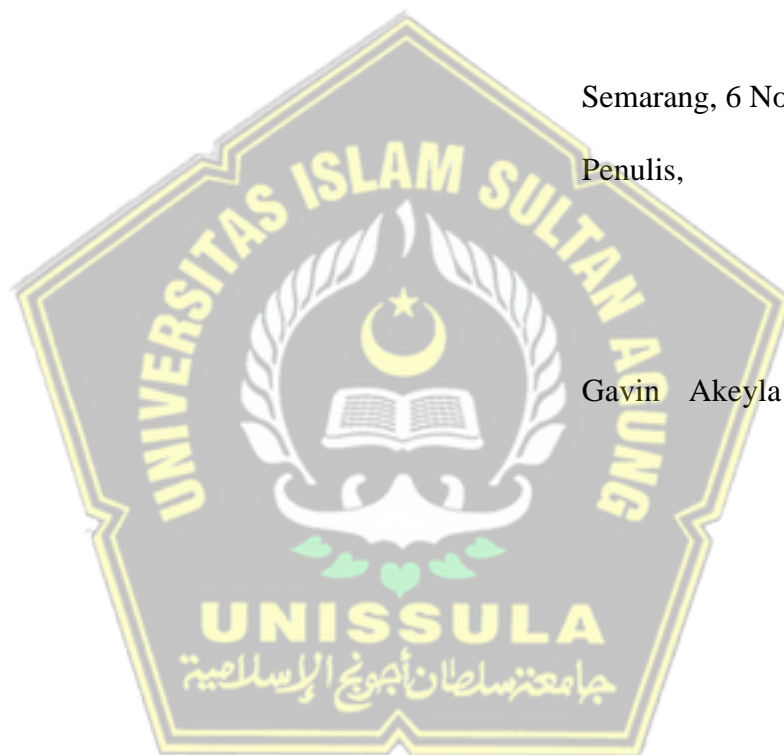
Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap mendapatkan saran dan kritik yang membangun di kemudian hari. Besar harapan skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pengembangan ilmu dan teknologi bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 6 November 2024

Penulis,

Gavin Akeyla Reyhan Y.

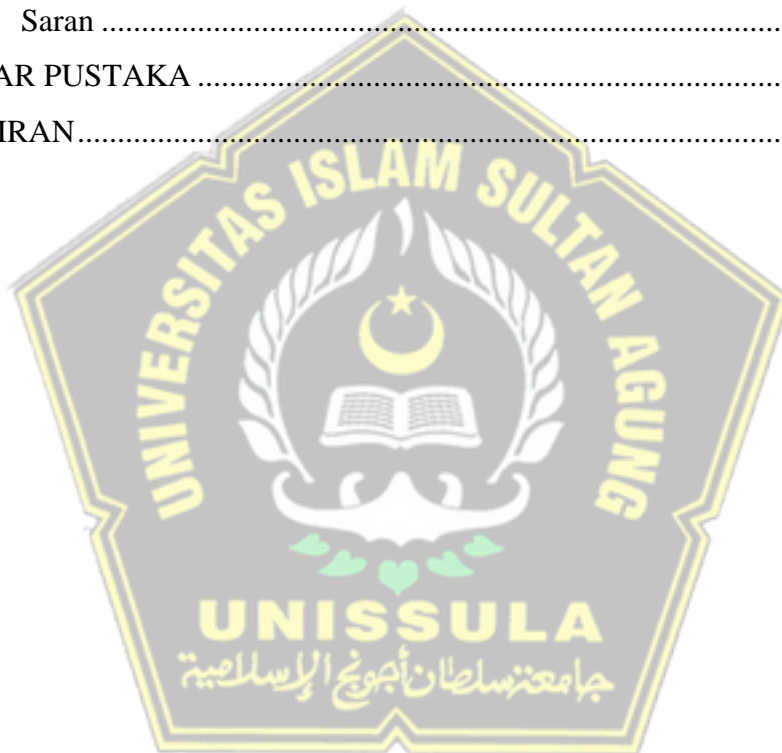


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR SINGKATAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.3.1. Tujuan Umum	4
1.3.2. Tujuan Khusus	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.4.1. Manfaat Teoritis.....	4
1.4.2. Manfaat Praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Gangguan Pendengaran	5
2.1.1. Fisiologi dan Mekanisme Pendengaran	5
2.1.2. Definisi Gangguan Pendengaran.....	6
2.1.3. Tipe Gangguan Pendengaran	7
2.1.4. Derajat Gangguan Pendengaran.....	10
2.1.5. Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Gangguan Pendengaran	11
2.2. Kebisingan	13
2.2.1. Definisi Kebisingan.....	13
2.2.2. Klasifikasi Kebisingan	14

2.2.3. Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	16
2.2.4. Sumber Kebisingan	18
2.2.5. Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Kebisingan	19
2.2.6. Dampak Bising Dalam Bidang Kesehatan.....	20
2.2.7. Knalpot.....	22
2.3. Hubungan Suara Bising Knalpot Brong dengan Gangguan Pendengaran.....	22
2.4. Kerangka Teori	25
2.5. Kerangka Konsep.....	26
2.6. Hipotesis	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian.....	27
3.2. Variabel Penelitian.....	27
3.2.1. Variabel Bebas	27
3.2.2. Variabel Tergantung.....	27
3.3. Definisi Operasional	27
3.3.1. Gangguan Pendengaran.....	27
3.3.2. Bising Knalpot Brong	28
3.4. Populasi dan Sampel Penelitian.....	28
3.4.1. Populasi Penelitian.....	28
3.4.2. Sampel Penelitian.....	29
3.4.3. Besar Sampel.....	29
3.5. Instrumen Penelitian	30
3.6. Cara Penelitian	31
3.7. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.7.1. Tempat Penelitian.....	32
3.7.2. Waktu Penelitian	32
3.8. Analisis Data.....	32
3.8.1. Analisis Data Univariat	32
3.8.2. Analisis Data Bivariat	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Hasil Penelitian	34
4.1.1. Karakteristik Data Penelitian	34
4.1.2. Hubungan Suara Bising Knalpot Brong Dengan Gangguan Pendengaran	35
4.2. Pembahasan.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	44



DAFTAR SINGKATAN

CHL : *Conductive Hearing Loss*

dB : Desibel

Hz : Hertz

IATA : *International Air Transportation Association*

kHz : Kilohertz

NAB : Nilai Ambang Batas

NIHL : *Noice Induced Hearing Loss*

SNHL : *Sensorineural Hearing Loss*



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mekanisme Penghantaran Suara	6
Gambar 2.2. Anatomi Telinga.....	7
Gambar 2.3. Derajat Penurunan Pendengaran	11
Gambar 2.4. Kerangka Teori.....	25
Gambar 2.5. Kerangka Konsep	26
Gambar 3.1. Cara Penelitian	31



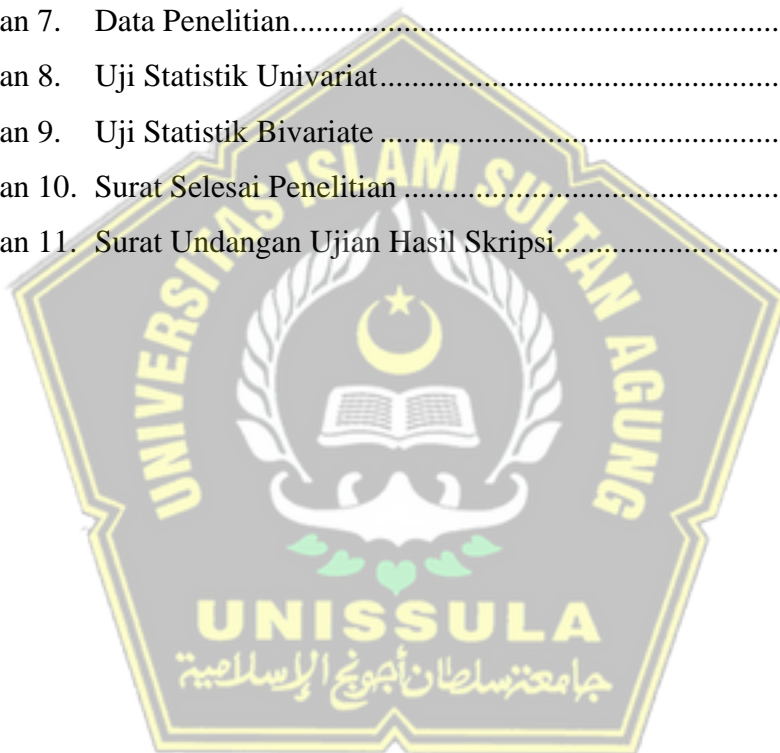
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Derajat Penurunan Pendengaran Humes (2019).....	10
Tabel 2.2.	Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	16
Tabel 2.3.	NAB KEP-51/MEN/1999 pasal 3.....	17
Tabel 4.1.	Karakteristik Data Penelitian	34
Tabel 4.2.	Hubungan Suara Bising Knalpot Brong dengan Gangguan Pendengaran.....	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Inform Consent	44
Lampiran 2. Lembar Formulir Identitas Responden	45
Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian	46
Lampiran 4. Lembar Ethical Clearance	47
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	48
Lampiran 6. Hasil Pemeriksaan Audiometri (Salah satu sampel penelitian).....	49
Lampiran 7. Data Penelitian.....	50
Lampiran 8. Uji Statistik Univariat.....	51
Lampiran 9. Uji Statistik Bivariate	53
Lampiran 10. Surat Selesai Penelitian	54
Lampiran 11. Surat Undangan Ujian Hasil Skripsi.....	55



INTISARI

Dampak negatif dari kebisingan adalah *Noice Induced Hearing Loss* (NIHL) dan juga menyebabkan gangguan pada sistem bukan pendengaran seperti contohnya adalah gangguan komunikasi, rasa yang tidak nyaman, cemas, dan stres. Komunitas Commonrailfun merupakan komunitas otomotif mobil dan motor yang semua anggota kendaraannya menggunakan knalpot brong, sering berkumpul dan mengikuti kontes auto show atau acara kontes mobil sejenisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik menggunakan studi *cross sectional* menggunakan 28 sampel dengan teknik *consecutive sampling*. Seluruh sampel akan dilakukan pemeriksaan audiometri dan pengukuran intensitas suara bising knalpot. Uji statistik yang digunakan adalah Uji *Spearman*.

Hasil penelitian ini subjek penelitian yang mengalami gangguan pendengaran sebanyak 6 orang (21,4%) dan yang tidak mengalami gangguan pendengaran sebanyak 22 orang (78,6%) serta terkait intensitas kebisingan knalpot brong dalam satuan dB, terdapat 12 orang yang terpapar bising <100 dB dan terdapat 16 orang yang terpapar bising ≥ 100 dB. Berdasarkan uji *Spearman* didapatkan nilai p sebesar 0,155 yang berarti tidak terdapat hubungan antara suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

Tidak terdapat hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

Kata kunci : *Bising knalpot, Gangguan pendengaran*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebisingan merupakan suatu kegiatan atau usaha yang menimbulkan suara yang tidak diinginkan pada tingkat dan waktu tertentu dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan individu serta ketidak nyamanan pada lingkungannya Puspitasari (2017). Salah satu dampak negatif dari kebisingan adalah gangguan pada sistem auditori yaitu *Noise Induced Hearing Loss* atau disingkat NIHL dan juga menyebabkan gangguan pada sistem bukan pendengaran seperti contohnya adalah gangguan dalam berkomunikasi, mudah gelisah, munculnya rasa yang tidak nyaman, gangguan psikologis seperti cemas, dan dapat menimbulkan stres Subekti (2019). Efek yang akan terjadi apabila individu mengalami gangguan pendengaran adalah kelelahan, kurangnya konsentrasi, gangguan tidur, Setyawan (2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

Perkiraan di tahun 2030, gangguan pendengaran akan meningkat menjadi 630 juta manusia dan akan terus mengalami peningkatan hingga tahun 2050 sebesar 900 juta manusia di seluruh dunia Widyatmoko (2021). Usia muda lebih berisiko mengalami kehilangan pendengaran yaitu pada usia 12–35 tahun dikarenakan paparan suara bising Putra (2022). Penelitian oleh Wang (2021), membuktikan bahwa tingkat paparan kebisingan lalu

lintas lebih dari 70 dB menimbulkan kerusakan pendengaran yang signifikan Wang, (2021). Berdasarkan survey yang sudah dilakukan mengenai prevalensi gangguan pendengaran pada tujuh provinsi di Indonesia tahun 2022 sebesar 16,8% mengalami gangguan pendengaran dan terdapat 0,4% mengalami ketulian diebakkan oleh bising lalu lintas Ferial (2022). Tingkat kejadian NIHL di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya, pada tahun 2014 dengan prevalensi sebesar 19,1% kemudian pada tahun 2015 meningkat menjadi 23,5% dan terus meningkat hingga hampir mencapai dua kali lipat pada tahun 2016 dengan angka 57,4% Prasyowati (2019).

Sumber suara merupakan penyebab terjadinya paparan bising. Paparan bising dari suara knalpot brong mobil dan motor yang dikendarai oleh anggota komunitas Commonrailfun di kota Semarang dapat berpengaruh terhadap ketajaman pendengaran anggota komunitas tersebut. Penelitian Puspitasari (2017), membuktikan bahwa durasi lamanya paparan bising dapat memengaruhi tajam pendengaran sesuai dengan lama waktu paparan terbukti dengan $p = 0.001$ Puspitasari (2017). Penelitian Wang (2021), terhadap 41 subjek *case* dengan gangguan pendengaran dan 39 subjek kontrol tanpa gangguan pendengaran membuktikan sebesar 5,78 kali lebih berisiko mengalami gangguan pendengaran dan tinnitus pada intensitas bunyi bising lalu lintas lebih dari 70 dB Wang (2021). Sumber utama kebisingan pada kendaraan berasal dari suara mesin, suara gesekan ban, suara aliran udara aerodinamis dan suara knalpot Pourabdian (2019). Paparan bising dengan intensitas yang tinggi akan menyebabkan kerusakan

sel rambut di organ corti. Bising intensitas tinggi dalam waktu yang lama dapat mengakibatkan sel-sel rambut di dalam organ corti robek sehingga mengalami destruksi secara total pada organ corti. Munculnya rangsangan bunyi yang berlebihan dengan waktu yang lama mengakibatkan perubahan metabolisme serta perubahan vaskular yang pada akhirnya berdampak pada kerusakan secara degenerative sel rambut di organ corti sehingga mengakibatkan hilangnya pendengaran secara permanen Lintong (2013).

Dari fakta yang telah dijelaskan sudah jelas terlihat bahwa paparan suara bising terhadap anggota komunitas Commonrailfun menjadi faktor risiko yang berbahaya dan dapat mengakibatkan gangguan pendengaran jenis *Sensorineural Hearing Loss* (SNHL). Agar masyarakat dapat mentaati aturan pemerintah mengenai ambang batas maksimal suara knalpot brong, oleh karena itu perlu dilakukan penyuluhan tentang bahaya paparan suara bising dengan kebisingan tinggi <85 dB dan dalam waktu yang lama. Komunitas Commonrailfun merupakan komunitas otomotif mobil dan motor yang semua kendaraan anggotanya menggunakan knalpot brong, sering berkumpul dan mengikuti kontes *auto show* atau acara kontes mobil sejenisnya. Penulis tertarik meneliti “Hubungan Suara Bising Knalpot Brong Dengan Gangguan Pendengaran Pada Komunitas Commonrailfun” di kota Semarang dan penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada anggota komunitas Commonrailfun di kota Semarang?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

1.3.2. Tujuan Khusus

1.3.2.1. Mengetahui hubungan lama paparan >2 jam per hari suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

1.3.2.2. Mengetahui hubungan intensitas kebisingan >100 dB dari suara knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Sebagai bahan referensi untuk penelitian berikutnya mengenai hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran.

1.4.2. Manfaat Praktis

Memberi masukan dan informasi kepada masyarakat luas mengenai hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran serta menegaskan peraturan pemerintah mengenai batas suara knalpot brong yang diizinkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gangguan Pendengaran

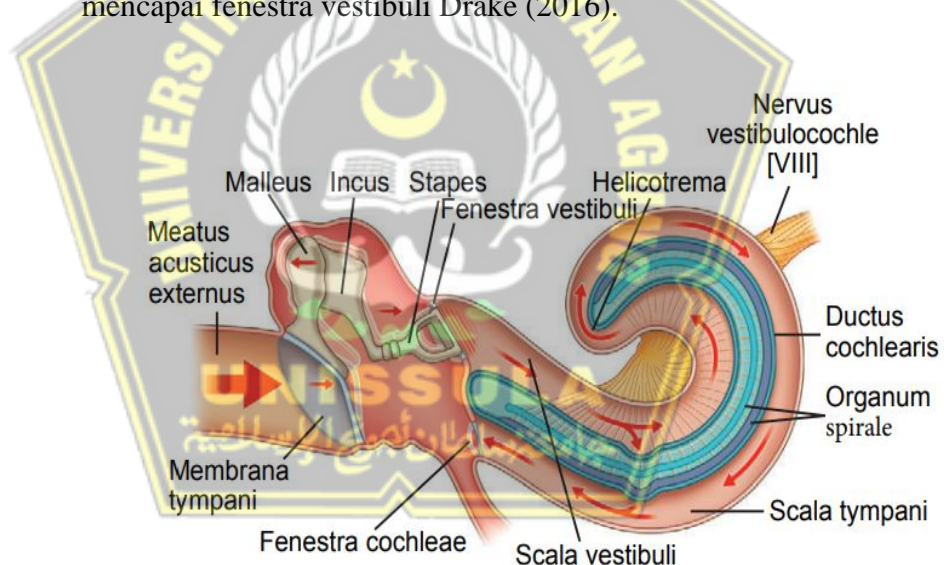
2.1.1. Fisiologi dan Mekanisme Pendengaran

Proses mendengar melalui tiga tahapan yaitu tahap pemindahan energi fisik berupa stimulus bunyi ke organ pendengaran, tahap konversi atau transduksi yaitu pengubahan energi fisik stimulasi tersebut ke koklea dan tahap penghantaran impuls saraf ke kortek pendengaran Nugroho and Wiyadi (2019). Gelombang suara memasuki meatus akustikus eksternal dan menggerakkan membran timpani. Malleus yang melekat pada membran timpani juga bergerak akibat adanya gerakan pada membran. Gerak ini menyebabkan inkus dan stapes yang saling bersendi sebagai tulang pendengaran bergerak bersamaan ke arah medial. Selanjutnya, basis stapes akan menggerakkan fenestra vestibuli juga ke arah medial Drake (2016). Gerak tersebut berfungsi merubah gelombang suara dengan amplitudo besar menjadi gelombang suara dengan amplitudo rendah agar dapat diterima dengan baik pada fenestra vestibuli. Fenestra vestibuli selanjutnya akan menghasilkan gelombang pada skala vestibuli di koklea. Skala vestibuli akan merambatkan getaran melalui cairan perilimfe kemudian dirambatkan menuju skala timpani dan menyebabkan lamina basilaris bergetar. Getaran pada lamina basilaris akan

menyebabkan munculnya rangsangan sel-sel reseptor pada organ korti sehingga terjadi impuls saraf Drake (2016).

Sel-sel reseptor mengirimkan impuls kembali ke otak melalui pars cochlearis nervus vestibulocochlearis [VIII] yang selanjutnya impuls-impuls tersebut diterjemahkan sebagai suara Drake (2016).

Jika suara terlalu keras akan menyebabkan gerak membrana timpani berlebihan, kontraksi musculus tensor timpani (melekat pada malleus) dan musculus stapedius (melekat pada stapes) meredam getaran ossiculae auditus dan menurunkan kekuatan getaran yang mencapai fenestra vestibuli Drake (2016).



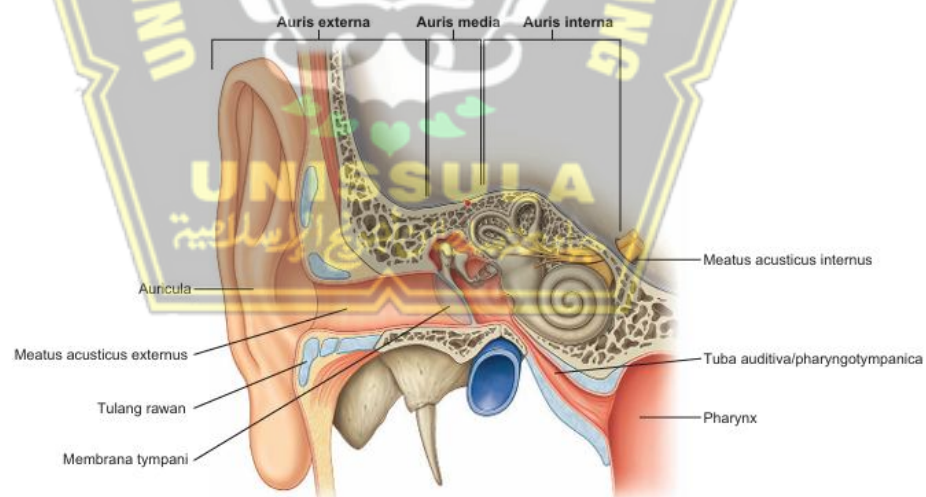
Gambar 2.1. Mekanisme Penghantaran Suara
Drake (2016)

2.1.2. Definisi Gangguan Pendengaran

Pendengaran merupakan sistem indera manusia yang penting karena digunakan untuk berkomunikasi dengan sesama manusia. Sulit dan mudahnya seseorang untuk berkomunikasi dipengaruhi

oleh sistem pendengaran. Masih banyak individu yang tidak menyadari bahwa dirinya mengalami gangguan pendengaran, sehingga merasa dirinya baik-baik saja dan menjalani aktivitas sehari-hari seperti biasa Istiqomah and Imanto (2019).

Gangguan pendengaran merupakan penurunan kemampuan individu untuk mendengar pada cakupan yang luas, baik gangguan pendengaran secara subjektif atau tuli total. Penyebab gangguan pendengaran bervariasi seperti gangguan konduksi suara ke telinga dalam, persepsi suara dari sel sensori telinga atau proses suara pada saraf di koklea, saluran pendengaran dan pusat pendengaran yaitu organ corti Istiqomah dan Imanto (2019). Dibawah ini adalah gambar dari organ telinga.



Gambar 2.2. Anatomi Telinga
Drake (2016)

2.1.3. Tipe Gangguan Pendengaran

Terdapat 3 jenis gangguan pendengaran terdiri dari gangguan pendengaran jenis konduktif (*CHL*), gangguan pendengaran jenis

sensorineural (*SNHL*) dan gangguan pendengara jenis campuran Sooriyamoorthy dan Jesus (2023).

2.1.3.1. Tuli Konduktif (*Conductive Hearing Loss*)

Masalah pada auris eksternus dan canalis auditorius eksternus dapat disebabkan karena kelainan bawaan seperti atresia aural yaitu keadaan dimana bentuk dari telinga luar tidak sempurna. Membran timpani yang mengalami perforasi juga dapat menjadi penyebab terjadinya tuli konduktif. Perforasi pada membran timpani biasanya disebabkan salah penggunaan *cotton buds*, barotrauma dan komplikasi dari otitis media Sooriyamoorthy dan Jesus (2023).

2.1.3.2. Tuli Sensorineural (*Sensori Neural Hearing Loss*)

Gangguan pendengaran *SNHL* merupakan bentuk gangguan pendengaran yang paling umum terjadi. *Sensori Neural Hearing Loss* mengacu pada setiap penyebab gangguan pendengaran yang disebabkan patologi koklea, saraf pendengaran, atau sistem saraf pusat. Gangguan pendengaran *sensorineural* terjadi akibat kerusakan sel-sel rambut di telinga bagian dalam, saraf *vestibulocochlear*. Ini berbeda dengan gangguan pendengaran konduktif, yang diakibatkan oleh ketidak mampuan gelombang suara untuk mencapai telinga bagian dalam Sooriyamoorthy and Jesus

(2023). *Noice Induced Hearing Loss* termasuk kedalam gangguan tipe sensorineural dan menjadi penyebab kedua paling umum dari gangguan pendengaran tipe *sensorineural*, setelah gangguan pendengaran terkait usia, dan mempengaruhi sekitar 5% dari populasi dunia Natrajan (2023).

2.1.3.3. Tuli Campuran

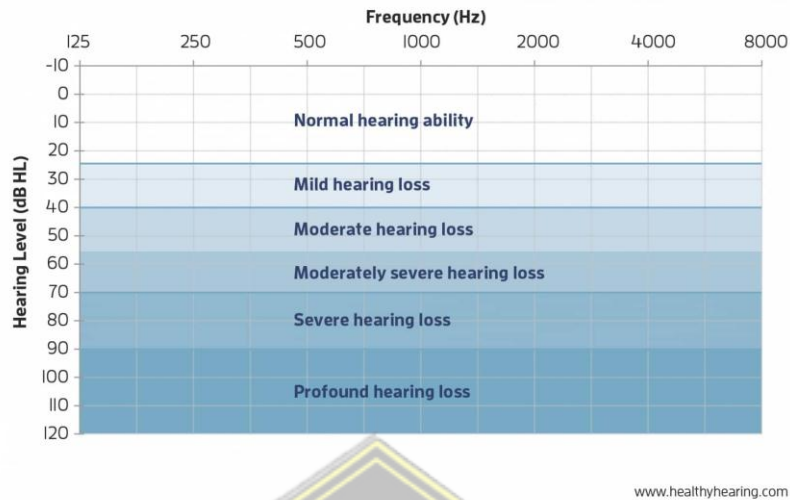
Gangguan pendengaran ini adalah hasil campuran dari dua gangguan pendengaran tipe CHL dan SNHL. Tuli campuran merupakan gangguan dengar yang berbentuk hantaran, contohnya adalah otosklerosis, selanjutnya dapat mengalami perkembangan menjadi gangguan pendengaran jenis *sensorineural*. Akan tetapi sebaliknya juga dapat terjadi mulanya gangguan *sensorineural* berubah menjadi gangguan dengan tipe hantaran contohnya adalah presbikusis, yang selanjutnya terkena infeksi otitis media. Selain itu, secara bersamaan gangguan pendengaran tipe ini dapat muncul. Contohnya kasus trauma kepala berat disertai trauma pada telinga tengah dan telinga dalam. Gejala yang muncul adalah gabungan dari kedua gangguan pendengaran (tuli konduktif, dan tuli sensorineural) Sooriyamoorthy and Jesus (2023).

2.1.4. Derajat Gangguan Pendengaran

Semua jenis gangguan pendengaran dapat menggunakan derajat ini. Klasifikasi derajat penurunan pendengaran menurut WHO Humes (2019).

Tabel 2.1. Derajat Penurunan Pendengaran Humes (2019)

Derajat Deskripsi Ambang Fungsi Rekomendasi Batas (ISO pendengaran Audiometri)				
Derajat	Deskripsi	Ambang	Fungsi	Rekomendasi Batas (ISO Pendengaran Audiometri)
0	Tidak ada gangguan	≤ 25 dB	Tidak ada gangguan atau gangguan sangat ringan. Bisikan masih bisa terdengar	
1	Ringan	26-40 dB	Bisa mendengar dan mengulang kata masih bisa dan diucapkan dengan suara yang normal pada jarak satu meter	Konseling dan alat bantu dengar jika perlu
2	Sedang	41-60 dB	Mendengar masih bisa dan mampu mengulangi kata dan diucapkan dengan keras	Alat bantu dengar direkomendasikan
Derajat	Deskripsi	Ambang	Fungsi	Rekomendasi batas (ISO pendengaran Audiometri)
3	Berat	61-80 dB	Bisa mendengar beberapa kata saja jika diteriakkan ke telinga yang sehat	Membutuhkan alat bantu dengar jika tidak ada alat bantu dengar, mengajarkan cara <i>lip reading</i>
4	Sangat Berat	≥ 80 dB	Tidak dapat mendengar dan tidak mengerti suara yang diucapkan walaupun dengan suara keras	Dengan alat bantu dengar akan membantu dalam mengerti kata-kata yang diucapkan dan rehabilitas tambahan dibutuhkan dan juga membutuhkan <i>lip reading</i> .



Gambar 2.3. Derajat Penurunan Pendengaran
Clason (2024)

2.1.5. Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Gangguan Pendengaran

2.1.5.1. Tingkat Kebisingan

Bising dengan intensitas lebih dari 85 dB dapat mengakibatkan rusaknya reseptor didalam organ korti pendengaran bagian dalam. Paparan suara bisingan diatas 85 dB yang berlangsung lebih dari 5 tahun akan menyebabkan gangguan pendengaran Raya (2019). Suara dengan intensitas sedang akan mengakibatkan perubahan pada silia dan hensen. Stimulasi suara yang muncul terus menerus dan dengan durasi yang cukup lama mengakibatkan rusaknya struktur sel silia lainnya, contohnya seperti mitokondria dan lisosom yang pada akhirnya menyebabkan lisisnya sel dan pecahnya membran reissner. Bagian pertama dari telinga terpapar adalah sel rambut bagian luar, akan menunjukkan peningkatan

degenerasi sel dipengaruhi intensitas dan durasi paparan. Sel rambut akan menjadi kaku, sehingga mengurangi respons terhadap rangsangan bunyi Farhan (2020).

2.1.5.2. Lama Paparan

Bising yang dialami berkepanjangan mengakibatkan apoptosis pada sel rambut dan terjadi degenerasi ganglion neuron spiral telinga secara berkelanjutan yang menyebabkan berkurangnya pengenalan bicara dan kehilangan pendengaran secara permanen Farhan (2020).

2.1.5.3. Usia

Proses menua menyebabkan berkurangnya kemampuan beberapa organ salah satunya adalah telinga. Gangguan pendengaran dan kelainan pendengaran yang paling sering adalah kelainan pendengaran terhadap nada murni dengan frekuensi tinggi yang terjadi secara perlahan namun progresif. Pada usia 40 tahun mulai terjadi penurunan pendengaran. Hal tersebut terjadi karena perubahan telinga bagian dalam. Keluhan yang biasanya dialami adalah mendengar suara berdengung secara terus menerus atau dikenal dengan tinnitus dan akan menyebabkan kesulitan mendengar suara dengan nada tinggi (presbikosis). Selain itu, dapat terjadi kelainan pada

sistem keseimbangan di telinga yang menyebabkan keluhan pusing dan vertigo. Farhan (2020).

2.2. Kebisingan

2.2.1. Definisi Kebisingan

Bising merupakan sumber bunyi yang tidak diinginkan atau mengganggu yang terjadi karena sumber bunyi bergetar menyebabkan molekul-molekul di udara disekitarnya ikut bergetar. Suara dengan intensitas melebihi 85 dB akan menimbulkan gangguan terutama pada orang-orang yang sedang bekerja dilingkungannya (Nasution, 2019). Kebisingan diluar ruangan bisa disebabkan dari bising dari lalu lintas, bising kegiatan industri, kegiatan transportasi dan kebisingan yang berhubungan dengan dunia luar Atina (2022).

Suara adalah frekuensi yang diukur menggunakan satuan *Hertz* (Hz). Sistem pendengaran manusia bisa mendengar kisaran 20 Hz hingga 20 kHz. Sumber bunyi kurang dari 20 Hz dikenal dengan nama bunyi infrasonik sedangkan suara diatas 20 kHz dikenal dengan nama bunyi ultrasonik. Pendengaran yang diganggu oleh suatu sumber bunyi, baik sumber bunyi yang bergerak maupun yang tidak bergerak disebut dengan sumber bising. Secara umum sumber bising berasal dari kegiatan industrial, aktivitas dari lalu lintas, kegiatan rumah tangga, pembangunan dan alat pengangkut.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 mengenai Baku Tingkat Kebisingan dijelaskan bahwa semua bunyi akibat suatu proses, tidak diinginkan serta menyebabkan dampak negatif bagi masyarakat tergolong dalam kebisingan. Terdapat 2 penggolongan gangguan kebisingan yaitu gangguan auditori misalnya gangguan terhadap pendengaran dan juga gangguan non auditori seperti pada gangguan saat berkomunikasi. Atina (2022).

2.2.2. Klasifikasi Kebisingan

Kebisingan dapat dibedakan berdasarkan zona daerah berdasarkan baku tingkat kebisingan yang diizinkan :

1. Zona A : Intensitas 35-45 dB. Zona-zona yang termasuk kedalam zona A adalah tempat penelitian, tempat perawatan kesehatan termasuk juga rumah sakit, dan juga semacamnya.
2. Zona B : Intensitas 45-55 dB. Zona-zona yang termasuk kedalam zona B adalah tempat rekreasi, perumahan dan tempat pendidikan atau sekolah.
3. Zona C : Intensitas 50-60 dB. Zona-zona yang termasuk kedalam zona B adalah pasar, tempat perdagangan dan juga di wilayah kantor.
4. Zona D : Intensitas 60-70 dB Zona-zona yang termasuk kedalam zona B adalah wilayah industri, pabrik-pabrik, stasiun kereta api, terminal bis dan semacamnya Nasution (2019).

Zona kebisingan berdasarkan *International Air Transportation Association* (IATA) :

1. Zona A : Zona ini intensitasnya melebihi dari 150 dB, wilayah berbahaya dan wajib untuk dihindari.
2. Zona B : Zona ini intensitas suara 135 dB hingga 150 dB, pada individu yang terpapar dengan intensitas tersebut disarankan menggunakan alat pelindung telinga terhadap suara seperti *earplug* serta *earmuff*.
3. Zona C : Intensitas suara 115 dB hingga 135 dB, wajib menggunakan *earmuff*
4. Zona D : Intensitas suara 100 dB hingga 115 dB, perlu menggunakan *earplug* Nasution (2019).

Jenis-jenis kebisingan juga dapat dibagi menurut Sumamur 1996 :

1. Kebisingan kontinu frekuensi luas merupakan kebisingan dengan spektrum frekuensi yang luas (*steady state, wide band noise*) contohnya adalah suara yang di timbulkan oleh kipas angin.
2. Kebisingan dengan spektrum frekuensi yang sempit (*steady state, narrow band noise*) disebut dengan bising kontinu frekuensi sempit. Contoh kebisingan ini adalah suara yang di diakibatkan oleh gergaji sirkuler dan katup.
3. Kebisingan *intermittent* merupakan bising yang terjadi secara terputus-putus atau terjadi secara tidak stabil. Contohnya adalah

suara yang diakibatkan oleh kegiatan lalu lintas, suara pesawat di bandar udara.

4. *Impact or impulsive noise* atau bising impulsif merupakan bising yang muncul dengan durasi yang singkat untuk mencapai puncaknya, dimana durasinya tidak melebihi 35 *milisecond* dan menurunkan intensitasnya pada 20 dB tidak melebihi 550 *milisecond*. Contoh kebisingan impulsif adalah suara yang ditimbulkan dari meriam dan suara tembakan.
5. Bising yang muncul secara berulang dan terus menerus dengan intensitas kecil disebut dengan bising impulsif yang berulang. Contoh bising impulsif berulang adalah suara mesin dari perusahaan Herawati (2019).

2.2.3. Nilai Ambang Batas Kebisingan

Kebisingan yang terjadi melebihi 85 dB dapat mengakibatkan beberapa gangguan seperti kegelisahan, dan muncul kejenuhan apabila mendengarnya Atina (2022).

Tabel 2.2. Nilai Ambang Batas Kebisingan

No	Pemajan Harian	Tingkat Kebisingan (dB)
1	16 jam	82
2	12 jam	83,3
3	8 jam	85
4	4 jam	88
5	2 jam	91
6	1 jam	94
7	30 menit	97
8	15 menit	100

Nilai ambang batas bunyi adalah nilai maksimal yang diizinkan untuk didengar. Hal yang dapat diakibatkan dari kebisingan adalah rasa tidak nyaman dan mengakibatkan gangguan pendengaran seperti ketulian. Nilai ambang batas bising di atur dalam putusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999 pasal 3;

1. NAB suara bising yang diperbolehkan dan sudah ditetapkan sebesar 85 dB
2. NAB suara bising dan durasi pajanan yang melebihi ditetapkan sebagaimana tercantum dalam tabel dibawah Putra, Maksum and Fernandez (2018).

Tabel 2.3. NAB KEP-51/MEN/1999 pasal 3

Intensitas Kebisingan (dB)	Waktu Pajanan Per Hari
85	8 Jam
88	4 Jam
91	2 Jam
94	1 Jam
97	30 Menit
100	15 Menit
103	7,5 Menit
106	3,75 Menit
109	1,88 Menit
112	0,94 Menit
115	28,12 Detik
118	14,06 Detik
121	7,03 Detik
124	3,52 Detik
127	1,76 Detik
130	0,88 Detik
133	0,44 Detik
136	0,22 Detik
139	0,11 Detik

2.2.4. Sumber Kebisingan

Terdapat dua jenis sumber bising yaitu sumber bising diam dan sumber bising bergerak. Salah satu sumber bising yang bergerak adalah kendaraan bermotor karena menimbulkan getaran dan bunyi oleh gesekan roda dengan aspal jalan, mesin kendaraan, suara bising knalpot dan suara klakson. Pengaruh kebisingan dari sumber-sumber tersebut mengganggu orang yang ada di sekitar jalan raya Ola (2020).

Sumber bunyi yang bergetar dapat menyebabkan kebisingan. Getaran tersebut menyebabkan gangguan dari molekul udara sekitar sehingga ikut bergetar. Pada akhirnya menyebabkan gelombang rambatan energi mekanis dalam medium udara Herawati (2019).

Terdapat dua jenis sumber bising berdasarkan sifat :

1. Sumber kebisingan statis, contohnya bising statis adalah bising yang diakibatkan oleh pabrik, mesin, dan sejenisnya.
2. Sumber kebisingan dinamis. Contoh bising dinamis adalah bising yang diakibatkan oleh kendaraan meliputi kendaraan bermotor, mobil, motor, kapal, pesawat, kereta dan sejenisnya.

Menurut Herawati (2019) terdapat dua jenis sumber suara berdasarkan bentuk sumber suara yang dikeluarkannya :

1. Bentuk sumber bising yang bentuknya seperti titik/bola/lingkaran. Contoh bising tipe ini adalah mesin industri yang tidak bergerak.

2. Sumber suara bising garis, contoh bising tipe ini adalah bising kendaraan yang bergerak.

2.2.5. Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Kebisingan

Faktor yang memengaruhi kebisingan adalah

2.2.5.1. Tekanan Suara

Satuan daya tekanan suara per satuan luas disebut sebagai tekanan suara. Tekanan suara muncul ketika bunyi melewati medium rambat.

2.2.5.2. Daya Suara

Sumber bunyi persatuan waktu yang keluar dari energi bunyi disebut sebagai daya suara atau disebut juga dengan daya akustik. Satuan daya suara adalah Watt atau joule/s. Faktor ini tidak dipengaruhi oleh jarak.

2.2.5.3. Intensitas Suara

Energi bunyi merata yang keluar dari sumber suara dan disalurkan melalui gelombang suara menuju arah rambat bunyi didalam suatu media. Faktor ini dipengaruhi oleh jarak. Jarak yang semakin jauh maka semakin luas rambatannya yang mengakibatkan rendahnya intensitas suara yang keluar.

2.2.5.4. Frekuensi

Getaran keluar dalam satuan detik disebut sebagai frekuensi bunyi. Satuan frekuensi adalah Hz. Manusia dapat

mendengar frekuensi di kisaran 20-20 ribu Hz. Manusia memiliki frekuensi bicara pada rentang 125 Hz hingga 2000 Hz, frekuensi bunyi 1000 Hz merupakan nilai ambang pendengaran suatu individu. Frekuensi yang membahayakan untuk sistem pendengaran pada manusia adalah bunyi yang memiliki frekuensi tinggi <20000 Hz. Djalante (2019).

2.2.6. Dampak Bising Dalam Bidang Kesehatan

Definisi kebisingan berdasarkan sudut pandang lingkungan yaitu dimasukkannya energi meju lingkungan hidup sehingga menimbulkan gangguan bagi pendengarnya. Kebisingan termasuk kategori polusi suara karena menyebabkan ketidaknyamanan dan gangguan pada kesehatan manusia. Bising dapat menyebabkan gangguan kesehatan dari individu. Bising yang muncul dapat menyebabkan dampak negatif pada kesehatan individu orang yang bekerja di daerah sumber bising Nasution (2019).

Dampak dari kebisingan terhadap individu dipengaruhi oleh besar kecilnya tingkat kebisingan. Selain itu juga bergantung pada karakteristik yaitu fisik, lama berlangsungnya kebisingan dan waktu kejadian bisingnya. Sistem indera yang berkaitan dengan komunikasi adalah pendengaran. Salah satu organ pendengaran yang memiliki peran penting adalah telinga. Fungsi dari telinga adalah fonoreseptor yang merespon suara di kisaran 0 ± 140 dBA. Telinga

manusia mempunyai tingkat sensitifitas di kisaran 1000-4000 Hz.

Dampak negatif kebisingan antara lain :

1. Gangguan emosional, gangguan konsentrasi, terkejut dan dampak psikologis dari bising.
2. Gangguan komunikasi saat melakukan percakapan sehingga mengganggu proses kerja dan keselamatan kerja.
3. Penurunan pendengaran dan munculnya nyeri diakibatkan oleh kebisingan dengan intensitas yang sangat tinggi.

Terdapat dua jenis pengaruh bising terhadap individu.

1. Gangguan fisiologis

Gangguan secara fisik dikarenakan bising yaitu kelainan yang terjadi pada sistem fungsional manusia. Contoh gangguan fisiologis yang akan dialami manusia akibat bising adalah gangguan pada sirkulasi darah disebabkan karena penyempitan terjadi pada permukaan darah karena dekat dengan permukaan kulit, hal ini terjadi apabila bising melebihi intensitas 70 dB Nasution (2019).

2. Gangguan psikologis

Kelainan psikis yang akan muncul akibat terpapar bising dapat terjadi secara tidak langsung serta sulit untuk diukur. Gangguan psikis yang akan muncul akibat bising diantaranya adalah berkurangnya konsentrasi, mudah marah dan munculnya rasa tidak nyaman. Jika dalam jangka panjang, gangguan psikis

yang akan terjadi adalah gangguan psikosomatik berupa penyakit berkaitan dengan jantung, stres, kelelahan dan lainnya Nasution (2019).

2.2.7. Knalpot

Knalpot merupakan bagian dari kendaraan, difungsikan untuk meredam ledakan dari ruang bakar kendaraan. Di dalam ruang bakar kendaraan terjadi ledakan pembakaran secara cepat yang berasal dari campuran bahan bakar dan udara. Ledakan pembakaran menyebabkan timbulnya suara yang sangat bising. Hasil pembakaran yang keluar dari klep tidak langsung dilepas ke udara dan akan dikeluarkan ke *muffler*, hal ini ditujukan agar meredam suara bising dari pembakaran mesin. Knalpot brong adalah knalpot kendaraan mobil dan motor yang di modifikasi oleh seseorang yaitu mengubah knalpot bawaan dari pabrikan ke knalpot *aftermarket*, tujuan seseorang memodifikasi knalpotnya yaitu karena ingin menambah performa atau tenaga mesin, knalpot terlihat keren dan menghasilkan suara yang lebih keras berbeda dengan knalpot bawaan dari pabrikan Adam (2024).

2.3. Hubungan Suara Bising Knalpot Brong dengan Gangguan Pendengaran

Bertambahnya jumlah kendaraan di jalan raya menyebabkan kebisingan meningkat. Pada keadaan tertentu, suara kendaraan masih dapat ditoleransi, namun apabila berlebihan akan menyebabkan gangguan bagi

yang mendengarnya sehingga suara tersebut dikatakan bising. Kebisingan akibat kendaraan bervariasi, apabila terjadi di tingkat yang tinggi dengan jangka waktu yang panjang dan terpapar terus menerus akan mengakibatkan gangguan kesehatan. Truk, bus, mobil serta motor merupakan kendaraan yang menyumbang suara bising utama di jalan raya Atina (2022).

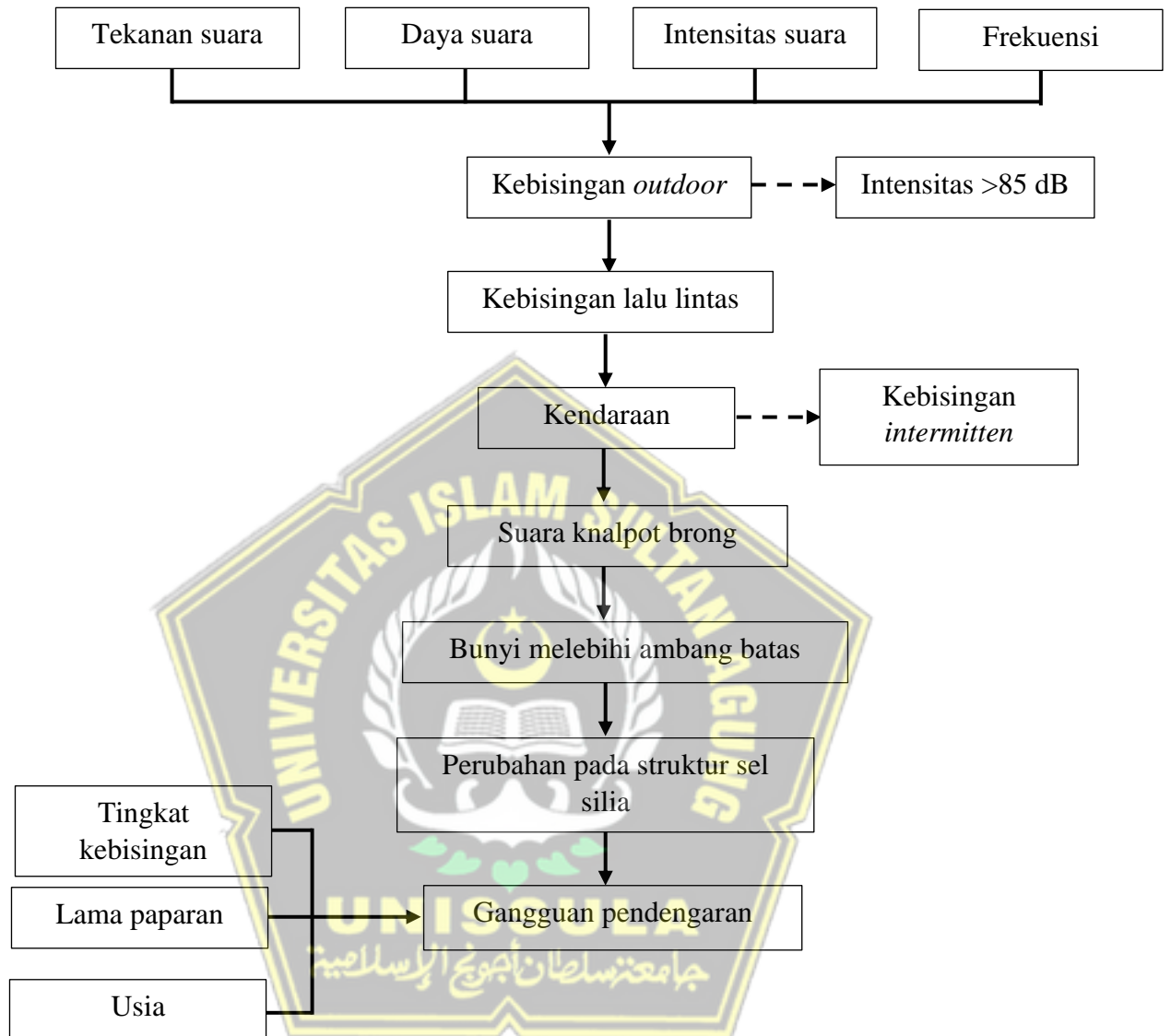
Peraturan pemerintah Negara Lingkungan Hidup No. 07 Tahun 2009 mengatur mengenai kesesuaian jenis mesin kendaraan dengan tingkat kebisingan. Untuk kendaraan berkubikasi kurang dari 80 cc, maksimal bisingnya 80 dB, kubikasi 80 cc – 175 cc, maksimal bisingnya 85 dB. Sementara untuk motor di atas 175 cc, maksimal bisingnya 90 dB Hermanico (2020).

Kebisingan merupakan salah satu penyebab gangguan pendengaran yang masih bisa dicegah. Gangguan pendengaran dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, pekerjaan, infeksi dan genetik. Penurunan pendengaran yang dapat dicegah adalah jenis NIHL. Paparan kebisingan terus menerus dalam waktu yang lama, dan suara keras atau berulang secara mendadak akan menyebabkan trauma akustik yang menyebabkan gangguan pendengaran NIHL AlQahtani (2022). Penelitian oleh AlQahtani (2022) terhadap 85.438 anggota militer aktif di Amerika Serikat berhasil membuktikan bahwa kejadian tinnitus meningkat dari 1,84 per 1000 pada tahun 2001 menjadi 6,33 per 1000 pada tahun 2015. Penelitian AlQahtani (2022) pada 409 subjek anggota militer di bagian timur Arab Saudi membuktikan bahwa 71,6% subjek penelitian mengalami gangguan

pendengaran dan suara keras/bising 75% subjek terpapar berulang lebih dari 85 dB AlQahtani (2022).

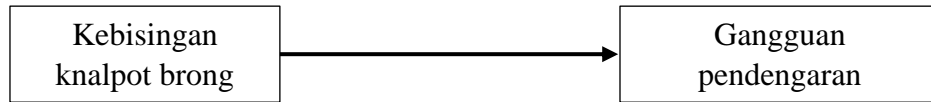
Di negara Eropa kebisingan lalu lintas merupakan penyebab stres lingkungan paling berbahaya nomor dua setelah polusi udara. Polusi suara dan jumlah individu yang terpapar semakin meningkat. Penelitian oleh Wang (2021) membuktikan bahwa tingkat paparan kebisingan lalu lintas lebih dari 70 dB menimbulkan kerusakan pendengaran yang signifikan. Namun *US National Institute for Occupational Safety and Health* tahun 1972 menetapkan 85 dB sebagai tingkat suara yang aman bagi individu. Gangguan indera yang paling sering terjadi di masyarakat barat adalah gangguan pendengaran dan sebagian besar disebabkan oleh kebisingan lalu lintas menyumbang sekitar 1,5 juta penduduk Wang (2021). Penelitian yang dilakukan oleh Pourabdian (2022) terhadap 65.533 pengemudi kendaraan di masyarakat berat membuktikan bahwa sebanyak 26,8% pengemudi mengalami gangguan pendengaran dan sebanyak 14,6% gangguan pendengaran terjadi pada kedua telinga. Sumber utama kebisingan pada kendaraan berasal dari suara mesin, suara ban, suara aliran udara aerodinamis dan suara knalpot Pourabdian (2019).

2.4. Kerangka Teori



Gambar 2.4. Kerangka Teori

2.5. Kerangka Konsep



Gambar 2.5. Kerangka Konsep

2.6. Hipotesis

Terdapat hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik menggunakan studi “*cross sectional*” dengan menganalisis kedua variabel pada waktu yang sama diseluruh populasi dari sampel yang telah ditentukan. Penelitian ini menilai hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

3.2. Variabel Penelitian

3.2.1. Variabel Bebas

Suara bising knalpot brong.

3.2.2. Variabel Tergantung

Gangguan pendengaran tipe *Noise Induced Hearing Loss* (NIHL)

3.3. Definisi Operasional

3.3.1. Gangguan Pendengaran

Kondisi menurunnya pendengaran secara mendadak atau perlahan disalah satu atau kedua telinga dengan ambang intensitas bunyi >25 dB. Cara pengukuran menggunakan pemeriksaan audiometri.

Kategori yang digunakan :

0 : Normal

1 : Gangguan pendengaran

Skala : Nominal

3.3.2. Bising Knalpot Brong

Sumber bunyi yang dikeluarkan oleh suara knalpot brong kendaraan mobil dan motor dinyatakan dalam satuan desibel (dB).

Pengukuran dengan menggunakan alat *sound level meter*.

Kategori yang digunakan :

0 : <100 dB

1 : >100 dB

Skala : Nominal

3.4. Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1. Populasi Penelitian

3.4.1.1. Populasi Target

Populasi target penelitian ini adalah individu yang telah menggunakan knalpot brong >6 bulan.

3.4.1.2. Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau penelitian ini adalah individu yang bergabung ke dalam komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

3.4.2. Sampel Penelitian

Sampel pada penelitian ini adalah individu yang bergabung ke dalam komunitas Commonrailfun serta memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

3.4.2.1. Kriteria Inklusi

1. Anggota komunitas Commonrailfun.
2. Berusia maksimal 50 tahun.
3. Bersedia menandatangani lembar *informed concent*.

3.4.2.2. Kriteria Eksklusi

1. Individu yang memiliki kelainan anatomi telinga, infeksi telinga dan gangguan kronis telinga.

3.4.3. Besar Sampel

Cara pengambilan sampel pada penelitian ini dengan teknik *consecutive sampling* dimana sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah anggota komunitas Commonrailfun dan didasarkan dengan kriteria yang sudah ditetapkan. Berikut rumus perkiraan besar sampel menurut Dahlan (2013).

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Keterangan :

n = Besar sampel

N = Besar populasi

e = Pendugaan (5%=0,05)1,15

$$n = \frac{30}{1 + 30 (0,05)^2}$$

$$n = 27,9 = 28$$

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa besar subjek penelitian adalah 28 sampel, jadi jumlah sampel minimal pada penelitian ini adalah 28 sampel.

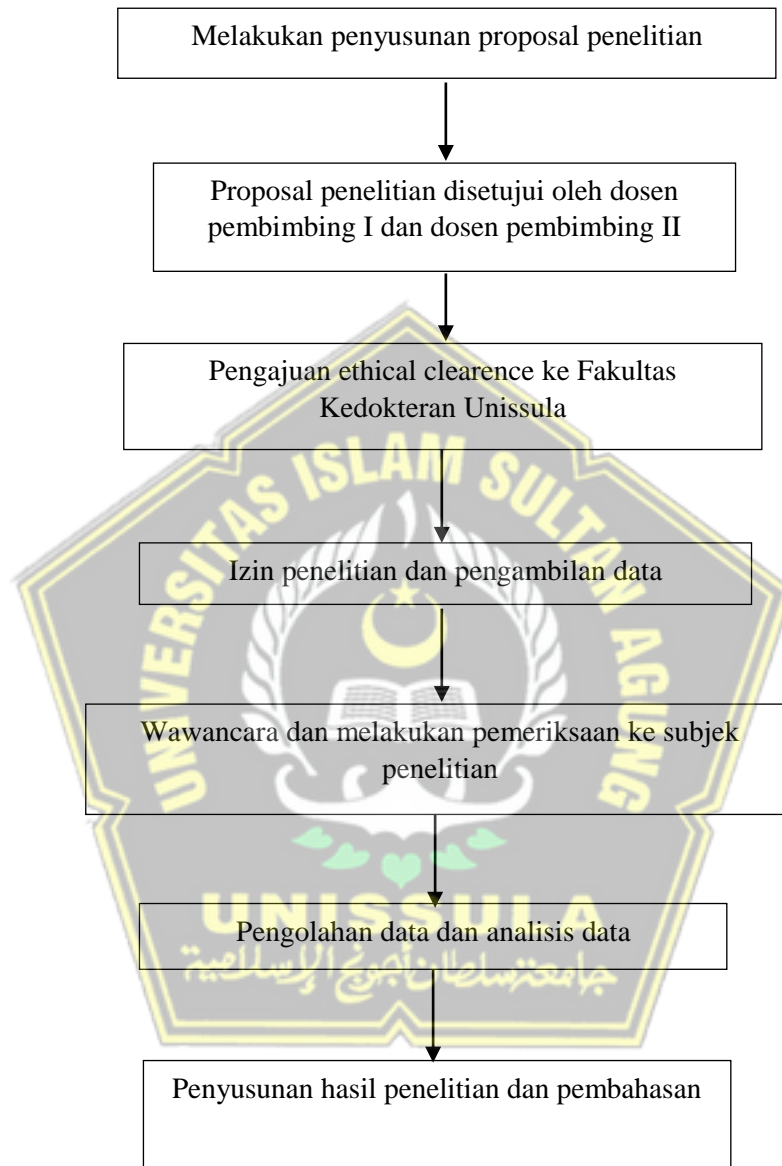
3.5. Instrumen Penelitian

1. Kuisisioner penelitian
2. Formulir informed consent
3. Pemeriksaan audiometri



3.6. Cara Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :



Gambar 3.1. Cara Penelitian

3.7. Tempat dan Waktu Penelitian

3.7.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Klinik CITO
Indraprasta Semarang

3.7.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024

3.8. Analisis Data

Data yang telah didapat akan di olah dan dianalisis dengan analisis :

3.8.1. Analisis Data Univariat

Analisis menggunakan uji deskriptif untuk menganalisis tiap variabel hasil data penelitian untuk mendeskripsikan karakteristik variabel penelitian menggunakan skala nominal.

3.8.2. Analisis Data Bivariat

Uji korelasi dengan menggunakan program komputer *IBM SPSS Statistics 25*. Analisis *bivariate* dilakukan dengan uji *Spearman*, untuk mengetahui hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun. Uji *Spearman* adalah salah satu dari uji bivariat statistik non parametris. Untuk mengetahui terdapat hubungan atau tidak dapat dilihat dari nilai signifikansi ($p > 0,05$) dan seberapa kuat hubungan tersebut dapat dilihat dari nilai koefisiensi korelasi atau *r*. Kriteria tingkat kekuatan korelasi dalam pengambilan data dalam penelitian ini :

1. Nilai koefisien korelasi sebesar $0,00 - 0,25 =$ Hubungan sangat lemah
2. Nilai koefisien korelasi sebesar $0,26 - 0,50 =$ Hubungan cukup
3. Nilai koefisien korelasi sebesar $0,51 - 0,75 =$ Hubungan kuat



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Karakteristik Data Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan rancangan penelitian *cross sectional* yang bertujuan untuk mengetahui hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024 dengan jumlah sampel 28 orang. Berikut adalah karakteristik data penelitian ini.

Tabel 4.1. Karakteristik Data Penelitian

Karakteristik Data	Mean	Frekuensi (n=28)	Presentase (100%)
Usia	22.68		
Jenis Kelamin			
Laki-laki		26	92,9
Perempuan		2	7,1
Pekerjaan			
Mahasiswa		22	78,6
Swasta		5	17,9
Dokter		1	3,6
Intensitas Bising (dB)			
<100 dB		12	42,9
≥100 dB		16	57,1
Gangguan Pendengaran			
Tidak		22	78,6
Ya		6	21,4
Lama Paparan Per Hari			
≤ 2 jam		5	17,9
> 2 jam – 4 jam		21	75
> 4 jam		2	7,1
Masa Paparan			
< 5 tahun		22	78,6
≥ 5 tahun		6	22,4

Data diatas menyebutkan rerata umur pada sampel adalah 22,6 tahun dikarenakan subjek pada penelitian ini paling banyak adalah mahasiswa (78,6). Subjek penelitian yang mengalami gangguan pendengaran sebanyak 6 orang (21,4%) dan yang tidak mengalami gangguan pendengaran sebanyak 22 orang (78,6%), jumlah responden yang terpapar intensitas < 100 dB sebanyak 12 orang dan yang terpapar ≥ 100 dB sebanyak 16 orang. Lama paparan per hari mayoritas subjek penelitian terpapar suara bising knalpot brong lebih dari 2 jam hingga 4 jam sebanyak 21 orang (75%) dan lama penggunaan mayoritas kurang dari 5 tahun sebanyak 22 orang (78,6%).

4.1.2. Hubungan Suara Bising Knalpot Brong Dengan Gangguan Pendengaran

Untuk mengetahui hubungan dua variabel, penelitian ini menggunakan uji *Spearman*. Berikut adalah hasil hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran.

Tabel 4.2. Hubungan Suara Bising Knalpot Brong dengan Gangguan Pendengaran

Intensitas Suara Bising Knalpot Brong	Gangguan Pendengaran		Total	Nilai <i>p</i>
	Tidak N (%)	Ya N (%)		
< 100 dB	11 (39,3)	1 (3,5)	12	0,155
≥ 100 dB	11 (39,3)	5 (17,9)	16	
Total	22	6	28	

Tabel diatas menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara intensitas suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang ($p>0,05$).

Lama paparan perhari dan lama penggunaan tidak memiliki hubungan dengan gangguan pendengaran dengan nilai p berturut-turut 0,215 dan 0,16 ($p < 0,05$).

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan, penelitian ini menunjukkan tidak ada hubungan antara suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun ($p>0,05$). Penelitian mengenai hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran belum pernah ada yang meneliti, namun penelitian yang berhubungan dengan suara bising dengan gangguan pendengaran sudah banyak yang melakukan penelitian. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Setianingsih (2020) membuktikan bahwa kebisingan di arena bermain tidak memiliki hubungan dengan gangguan pendengaran pada karyawan arena bermain ($p=0,294$) Septianingsih (2020). Penelitian yang dilakukan Ulfa (2023) yang membuktikan bahwa tidak ada hubungan antara Intensitas Kebisingan Dengan Gangguan Pendengaran Pada Karyawan PT. Industrial Kapal Indonesia (Persero) Makassar Ulfa (2023).

Penelitian yang tidak sejalan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Feral (2022) penduduk yang terpapar kebisingan lalu

lintas lebih dari 70 dB memiliki risiko 4,673 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat kebisingan kurang dari sama dengan 70 dB setelah dikontrol dengan variabel lama tinggal dan variabel kerja Ferial (2022). Aktivitas sehari-hari kita sering terpapar bunyi, baik bunyi yang dikehendaki maupun yang tidak dikehendaki. Bunyi yang tidak dikehendaki dikenal dengan bising Septianingsih (2020). Kebisingan lalu lintas termasuk kedalam kebisingan *outdoor* dan kebisingan *intermitten*. Kebisingan *outdoor* secara umum dihasilkan oleh kendaraan. Sumber utama kebisingan pada kendaraan berasal dari suara mesin, suara ban, suara aliran udara aerodinamis dan suara knalpot Pourabdian, (2019); Atina, (2022); Herawati, (2019). Penelitian yang dilakukan oleh Wang (2021) membuktikan paparan kebisingan lalu lintas jalan raya yang lebih dari 70 dB menunjukkan peningkatan risiko kerusakan pada sistem pendengaran. Menurut *US National Institute on Deafness and Other Communication Disorders* telah menyatakan bahwa paparan suara berkepanjangan atau berulang di atas 85 dB dapat menyebabkan kehilangan pendengaran Wang (2021). Secara umum jumlah kebisingan yang diperlukan untuk menyebabkan kerusakan permanen akibat paparan kronis adalah setara dengan 10 tahun atau lebih dengan intensitas 85 dB selama lebih dari 8 jam sehari Kapoor and Sharma (2017). Mayoritas subjek penelitian paparan suara bising knalpot brong kurang dari 5 tahun dan paparan per hari lebih dari 2 hingga 4 jam. Gangguan pendengaran akibat paparan suara bising umumnya terjadi secara perlahan seiring waktu, dan efek penuhnya biasanya tidak disadari

hingga 10-15 tahun terpapar kebisingan kronis. Namun beberapa NIHL mungkin terlihat setelah satu kali terpapar kebisingan keras. *Noise Induced Hearing Loss* adalah salah satu penyebab SNHL yang terjadi akibat dari kerusakan sel-sel rambut luar koklea di telinga bagian dalam. Ini adalah gangguan pendengaran permanen yang diakibatkan oleh paparan suara bising tingkat tinggi dalam waktu lama Kapoor and Sharma (2017).

Suara bising dapat memengaruhi kesehatan bila terdapat faktor-faktor seperti intensitas, frekuensi, lama paparan, dan sensitivitas individu Septianingsih (2020). Tidak terdapat hubungan antara suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada komunitas Commonrailfun di kota Semarang pada penelitian ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang pertama adalah mayoritas subjek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan mobil, pada saat mengendarai mobil pengemudi tidak langsung terpapar oleh suara bising knalpotnya dikarenakan berada dalam kabin mobil. Faktor kedua adalah lama paparan per hari dan lama penggunaan. Mayoritas subjek penelitian paparan suara bising knalpot brong kurang dari 5 tahun dan paparan per hari lebih dari 2 hingga 4 jam. Faktor yang ketiga adalah sensitivitas dari inividu masing-masing.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah yang pertama adalah jumlah sampel sebanyak 28 orang ini merupakan sampel kecil dengan ukuran dan daya efektif yang relatif lebih rendah, sehingga membatasi pengambilan

kesimpulan yang kuat. Kedua, peserta mayoritas menggunakan mobil, dimana tidak langsung terpapar dengan kebisingan suara knalpot brong.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- 5.1.1. Tidak terdapat hubungan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada anggota komunitas Commonrailfun di kota Semarang.
- 5.1.2. Tidak terdapat hubungan lama paparan suara bising knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada anggota komunitas Commonrailfun di kota Semarang.
- 5.1.3. Tidak terdapat hubungan intensitas kebisingan >100 dB dari suara knalpot brong dengan gangguan pendengaran pada anggota komunitas Commonrailfun di kota Semarang.

5.2. Saran

- 5.2.1. Dapat menambah jumlah sampel yang lebih luas
- 5.2.2. Dapat lebih memfokuskan penelitian ke individu yang secara langsung terpapar dengan bising knalpot brong seperti pengendara motor.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S.N., 2024, Penegakan Hukum Pengguna Knalpot Brong Pada Kendaraan Bermotor Menurut Perda Nomor 2 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Ketertiban Umum Ketentraman Dan Perlindungan Masyarakat Di Kabupaten Rejang Lebong.
- AlQahtani, A.S., Alshammari, A.N., Khalifah, E.M., Alnabri, A.A., Aldarwish, H.A., 2022, Awareness about the relation of noise induced hearing loss and use of headphones at Hail region, *Annals of Medicine and Surgery*, 73, 1–6.
- Atina, A., Sari, D.P., Mutiara, D., Novianti, D., 2022, Pengukuran Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Di Jalan Sukarela Kota Palembang Sumatera Selatan, *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19 (2), 117–123.
- Clason, D. (2024) *Degrees of hearing loss Hearing loss can range from mild to profound, Healthy Hearing*.
- Dahlan, M.S. 2013 *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel*. Jakarta: Salemba Medika.
- Djalante, S. 2019 Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, *Jurnal SMARTek*, 8(4), 280–300.
- Drake, R.L., Vogl, A.W., Mitchell, A.W.M., 2016, *Gray's basic anatomi*. Internatio. Canada: Elsevier.
- Farhan, A. 2020, Faktor risiko gangguan pendengaran pada pekerja industri, *Jurnal Medika Utama*, 03(02), 2181.
- Ferial, L., Fitria, L. and Wulandari, R. A., 2022, Hubungan Tingkat Kebisingan dengan Gangguan Pendengaran Penduduk di Sekitar Terminal Pakupatan, *Faletehan Health Journal*, 9(01), 13–19.
- Herawati, P., 2019, Dampak Kebisingan dari Aktivitas Bandara Sultan Thaha Jambi terhadap Pemukiman Sekitar Bandara, *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 16(1), 104–108.
- Hermanico, Ismet, F. and Sugiarto, T., 2020, Sumber ; Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 Tahun 2009', 1–9.
- Humes, L.E., 2019, The World Health Organization's hearing-impairment grading system: an evaluation for unaided communication in age-related hearing loss, *HHS Public Access*, 58(1), 12–20.

- Istiqomah, S.N. and Imanto, M., 2019, Hubungan Kualitas Hidup Lansia dengan Gangguan Pendengaran, *Majority*, 8(2), pp. 234–239.
- Kapoor, M. and Sharma, M., 2017, A study of effect of noise exposure on the hearing level of traffic personnel, *MedPulse International Journal of Physiology*, 5(1), 01–04.
- Lintong, F. 2013, Gangguan Pendengaran Akibat Bising', *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 1(2).
- Nasution, M., 2019, Ambang Batas Kebisingan Lingkungan Kerja Agar Tetap Sehat Dan Semangat Dalam Bekerja, *Buletin Utama Teknik*, 15(1), 87–90.
- Natrajan, N., Batts, S. and Stankovic, K.M., 2023, Noise-induced hearing loss, *Bailey's Head and Neck Surgery: Otolaryngology*, 2347(12), 1–34.
- Nugroho, P.S. and Wiyadi, H., 2019, Anatomi Dan Fisiologi Pendengaran Perifer', *J Tht Kl*, 2(2), 76–85.
- Ola, F.B., Prasetya, M.C., Risky, M., Renwarin, P., Kitti, C., 2020, Identifikasi Tingkat Kebisingan Serta Indikasi Dampak Desain Barrier Hunian di Tepi Jalan Raya, *Jurnal Teknik Arsitektur*, 5(1), 62–67.
- Pourabdian, S., Yazdanirad, S., Lotfi, S., Golshiri, P. and Mahaki, B. (2019) 'Prevalence hearing loss of truck and bus drivers in a cross-sectional study of 65533 subjects', *Environmental Health and Preventive Medicine*, 24(1), 1–5.
- Prasetyowati, O., Wangge, G., Purwitoadi, N. and Indonesia, M.K., 2019, Pengaruh Paparan Bising Terhadap Kejadian Noised Induced Hearing Loss Dan Hiperkolesterolemia', *Informatika Kedokteran: Jurnal Ilmiah*, 2(1), pp. 37–46.
- Puspitasari, L., Laksono, B., Indraswari, D., 2017 Hubungan Lama Paparan Bising Dan Tajam Pendengaran Pada Komunitas Balap Resmi Di Semarang, *Diponegoro Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro)*, 6(1), 90–98.
- Putra, D.A., Ariscasari, P., Wardiati., 2022, Faktor-faktor yang memengaruhi gangguan pendengaran pada pekerja pabrik kelapa sawit PT Delima Makmur Kecamatan Singkil Utara Kabupaten Aceh Singkil Tahun 2022, 4, 382–388.
- Putra, W., Maksum, H. and Fernandez, D., 2018, Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar Dan Racing Terhadap Tekanan Balik, Suhu Dan Bunyi Pada Sepeda Motor 4Tak', *Jurnal Teknik Otomotif FT UNP*.

- Raya, M.R., Asnifatimah, A., Ginanjar, R., 2019, Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Keluhan Gangguan Pendengaran Pada Supir Bus Po Pusaka Di Terminal Baranangsiang Kota Bogor Tahun 2018, *Promotor*, 2(2), 137.
- Septianingsih, C. P., Palandeng, O. E. L. I. and Pelealu, O. C. P., 2020, Pengaruh Kebisingan terhadap Ambang Pendengaran Karyawan Arena Bermain, *Medical Scope Journal*, 1(2), 50–55.
- Setyawan, F.E.B., 2021, Prevention of noise induced hearing loss in worker: A literature review', *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*, 12(2), 182–190.
- Sooriyamoorthy, T., Jesus, O. De., 2023, Conductive hearing loss', *StatPearls*, 1(1), 1–10.
- Subekti, R., Muyassaroh, M., Naftali, Z., 2019, Hubungan Kebisingan Dengan Gangguan Pendengaran Dan Kejiwaan Para Pekerja Terpapar Bising, *Medica Hospitalia : Journal of Clinical Medicine*, 6(2), 107–111.
- Ulfa, R., Syam, N., Batara, A.S., Hidayat., Amelia, R., 2023, Hubungan Kebisingan dengan Gangguan Pendengaran pada Karyawan PT. Industri Kapal Indonesia Makassar, *Window of Public Health Journal*, 4(2), 179–186.
- Wang, T.C., Chang, T.Y., Tyler, R.S., Hwang, B.F., Chen, Y.H., 2021, Association between exposure to road traffic noise and hearing impairment: a case-control study, *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 19(2), 1483–1489.
- Widyatmoko, V., Anisa, R., Duhitatrissari, F.P., 2021, Efek Polusi Bising Kereta Api Terhadap Pendengaran Penduduk di Pinggiran Rel Kelurahan Jodipan, Kota Malang, *Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang*, 11(1), 1–11.