

TESIS

**STUDI PENGARUH KEBISINGAN TERHADAP PERMUKIMAN DI
JALUR KERETA API ANTARA STASIUN YOGYAKARTA – STASIUN
MAGUWO**

**STUDY OF ANALYSIS OF THE RESIDENTIAL AREAS NOISE
EFFECT IN THE RAILWAY LINE BETWEEN YOGYAKARTA –
MAGUWO STASION**

A C H M A D

D012181032



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

TESIS

**STUDI PENGARUH KEBISINGAN TERHADAP PEMUKIMAN
DISEPANJANG JALUR KERETA API MAKASSAR-PARE PARE**

Disusun dan diajukan oleh :

ACHMAD

Nomor Pokok D012181032

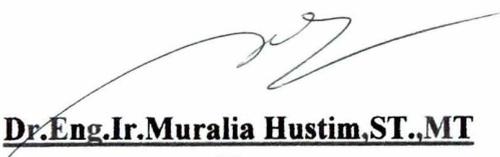
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

pada tanggal 30 November 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,


Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, ST., MT

Ketua

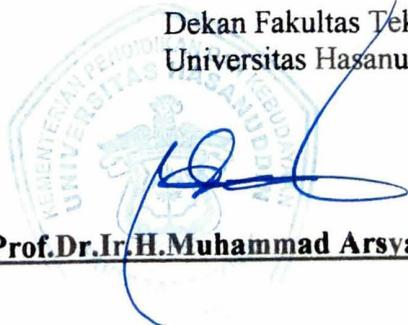

Dr. Ir. Mubassirang Pasra., MT

Sekretaris

Ketua Program Studi
S2 Teknik Sipil


Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST., MT

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin


Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Achmad

Nomor : D012181032

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan hasil tesis ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, November 2020

Yang menyatakan



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas Izin-Nya, penulisan proposal penelitian dengan judul “Studi Pengaruh Kebisingan Terhadap Permukiman Di Jalur Kereta Api Antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo“ dapat terselesaikan. Tak lupa pula penulis haturkan shalawat dan salam atas junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi sekalian umat dalam segala aspek kehidupan, sehingga menjadi motivasi penulis dalam menuntut ilmu di Universitas Hasanuddin.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang begitu besar kepada Ibu **Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.** selaku ketua komisi penasehat yang telah banyak memberikan waktu, gagasan dan pengetahuan serta dorongan semangat dan motivasi kepada penulis. Ucapan dan penghargaan yang sama kami sampaikan kepada bapak **Dr. Ir. Mubassirang Pasra., M.T.** yang telah memberikan waktu, gagasan dan pengetahuan serta dorongan semangat dan motivasi kepada penulis.

Penghargaan yang setinggi-tingginya kepada: ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA.**(Rektor Universitas Hasanuddin), bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc** (Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin), bapak **Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.**(Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin), bapak **Prof. Dr. M. Wihardi Tjaronge. S.T.,M.T.** (Ketua Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin), bapak **Dr. Eng. Rita Irmawaty., ST., MT.** (Ketua

Program Studi S2 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin), dan Bapak/Ibu Dosen Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan arahan dan membimbing dalam proses perkuliahan. Bapak/Ibu staf Pascasarjana Universitas Hasanuddin, dan kepada Staf dari Program Studi S2 Teknik Sipil yang sangat membantu dalam proses administrasi, kami sampaikan terima kasih.

Makassar, April 2020

ABSTRAK

ACHMAD Studi Pengaruh Kebisingan Terhadap Permukiman Di Jalur Kereta Api Antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim., ST., MT dan Dr. Ir. Mubassirang Pasra., MT).

Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kebisingan eksisting kereta api pada jalur kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo, menganalisis persepsi masyarakat disekitar jalur kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo, dan analisis pemakaian barrier terhadap tingkat pengurangan kebisingan kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo. Lokasi penelitian berada di kawasan pemukiman Karang Bendo RT.10 no.2 Kidul rel Jaranan, Banguntapan, Kecamatan Banguntapan, Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan survey lokasi, penyebaran kuisioner kepada penduduk yang berada disekitar rel kereta api tersebut, dan melakukan pengambilan data kebisingan dengan menggunakan alat *Sound Level Meter*. Hasil yang di peroleh adalah Nilai kebisingan equivalen dibandingkan dengan standar kebisingan KepMen-LH No. 48 Tahun 1996 untuk kawasan pemukiman yang nilainya adalah 55 dB. Data tersebut menunjukkan bahwa 100% data melewati standar kebisingan. Selanjutnya hasil uji regresi untuk radius 0-50 m menunjukkan adanya pengaruh sebesar 74% (Adjusted R Square, 0,914), sedangkan hasil uji regresi untuk radius 50-100 m menunjukkan adanya pengaruh sebesar 69% (Adjusted R Square, 0,914). Dari hasil analisis pengurangan tingkat kebisingan tanpa kereta api dengan menggunakan barrier, yang paling efektif untuk mengurangi tingkat kebisingan adalah pengurangan barrier yang menggunakan material brick atau bata.

Kata Kunci : Tingkat kebisingan, SLM, Kereta Api, Stasiun, dB

ABSTRACT

ACHMAD *Study of Analysis of The Residential Areas Noise Effect In The Railway Line Between Yogyakarta Station - Maguwo Station (Supervised by Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim., ST., MT and Dr. Ir. Mubassirang Pasra., MT).*

The purposes of this study were to analyze the noise level of the existing trains on the train line between Yogyakarta Station - Maguwo Station, to analyze the public perception around the train line between Yogyakarta Station - Maguwo Station, and to analyze the use of barriers to the level of train noise reduction between Yogyakarta Station - Maguwo Station. The research location was in the residential area of Karang Bendo RT.10 no.2 Kidul rail Jaranan, Banguntapan, Banguntapan District, Bantul, Yogyakarta Special Region. The method used was by conducting a location survey, distributing questionnaires to residents around the railroad tracks, and taking noise data using a Sound Level Meter. The results were obtained are the equivalent noise value compared to the noise standard KepMen-LH No. 48 of 1996 for residential areas whose value was 55 dB. The data shows that 100% of the data passed the noise standard. Furthermore, the regression test results for a radius of 0-50 m show an effect of 74% (Adjusted R Square, 0.914), while the regression test results for a radius of 50-100 m show an effect of 69% (Adjusted R Square, 0.914). From the analysis of the reduction of the noise level without a train using a barrier, the most effective way to reduce the noise level is the reduction of the barrier using brick or brick material.

Keywords : *Level of Noise, SLM, Train, Station, dB*

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix

Halaman

BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan masalah.....	6
C. Tujuan penelian	6
D. Batasan Masalah.....	7
E. Manfaat penelitian	7
F. Sistemika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Defenisi Kereta Api.....	10
B. Jenis - Jenis Kereta Api.....	10
1. Kereta Api Uap.....	10
2. Kereta Api <i>Diesel</i>	11
3. Kereta Api Rel Listrik.....	11

1. Kereta Api Konvensional	11
2. Kereta Api <i>Monorel</i>	11
C. Pengertian Kebisingan	12
D. Jenis - Jenis Kebisingan	13
1. Bising yang Berkelanjutan	13
2. Bising Terputus-putus	13
3. Bisingan Impulsif	13
4. Bising Impulsif Berulang	13
E. Sumber Kebisingan Kereta api	14
1. Kebisingan bergulir.....	16
2. Mendengking Roda	20
F. Dampak Kebisingan	23
1. Gangguan Auditori (Gangguan Pendengaran)	23
2. Gangguan Non-Auditori.....	26
G. Baku Mutu Kebisingan	27
H. Baku Mutu Kebisingan.....	29
I. Pembagian Zona Bising.....	35
J. Definisi Pemukiman	36
K. Analisis Regresi dan Korelasi	37
BAB III METODE PELAKSANAAN PENELITIAN	41
A. Kerangka Penelitian	41

B. Waktu dan Lokasi Penelitian	42
1. Waktu penelitian.....	42
2. Lokasi penelitian	43
C. Teknik Pengumpulan Data	48
1. Data Primer	48
2. Data Sekunder	49
D. Teknik Analisis	54
1. Kalibrasi Data Pengukuran Aplikasi dB10 PRO dan <i>Sound Level Meter PCE 322A</i>	54
2. Analisis Tingkat Kebisingan	55
3. Analisis Hubungan Kebisingan pada titik pengukuran	56
4. Metode Pola Penyebaran Tingkat Kebisingan <i>Surfer 14.0</i>	57
5. Analisis Persepsi Tingkat Ketergangguan Kebisingan	58
6. Analisis Rancangan <i>Barrier</i> menggunakan Metode <i>Nomograph</i>	59
7. Rancangan <i>Barrier</i> menggunakan <i>Software Noise Tools</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Frequence range for different types of railway noise	15
Tabel 2. <i>Noise factor K for Traction power rollings</i>	16
Tabel 3. Baku Tingkat Kebisingan Sesuai dengan Peruntukan Kawasan ..	28
Tabel 4. Pembagian Zona Bising Oleh Menteri Kesehatan No.718 Tahun 1987	35
Tabel 5. Grafik Perjalanan KA dari Stasiun Yogyakarta - Stasiun Maguwo.	49
Tabel 6. Jumlah Penduduk Kelurahan Banguntapan	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi mekanisme kebisingan yang ditimbulkan oleh interaksi antara roda dan rel. (Thompson, 2009)	14
Gambar 2. Hubungan tingkat kebisingan antara mesin, kontak roda/rel dan aliran aerodinamis.....	15
Gambar 3. Ilustrasi mekanisme pergantian kebisingan.....	17
Gambar 4. Skema Pergantian/perubahan bunyi	17
Gambar 5. Perkiraan kebisingan komponen roda dan rel terhadap level bobot A terhadap kecepatan kereta.....	18
Gambar 6. Mode roda barang 920 mm standar bersemangat dalam kebisingan bergulir dan frekuensi alami.....	19
Gambar 7. Kurva skema bogie rel.....	20
Gambar 8. Aktual profil roda dan rel.....	21
Gambar 9. Pergerakan aerodinamis	22
Gambar 10. Kerangka Penelitian	41
Gambar 11. Peta Lokasi Titik Pengamatan.....	43
Gambar 12. <i>layout</i> titik pengamatan.....	44
Gambar 13. Titik Peletakan Alat Pengukuran	44
Gambar 14. Titik Pengukuran.....	45
Gambar 15. Sketsa Titik Pengukuran.....	45
Gambar 16. Alat Pengukuran Kebisingan	46
Gambar 17. Lokasi Penyebaran Kuesioner.....	52

Gambar 18. Diagram Alir Kalibrasi Data Pengukuran dB10 PRO dan <i>Sound Level Meter PCE 322A</i>	55
Gambar 19. Diagram Alir Perhitungan Nilai Tingkat Kebisingan	55
Gambar 20. Diagram Alir Metode Analisis Hubungan Kebisingan Pada Tiap Titik Pengukuran	56
Gambar 21. Diagram Alir Metode Sebaran Kebisingan	56
Gambar 22. Diagram Alir Metode Analisis Persepsi Tingkat Ketergangguan Kebisingan menggunakan program SPSS ...	58
Gambar 23. Diagram Alir Metode Analisis Persepsi Tingkat Ketergangguan Kebisingan menggunakan program STATA .	59
Gambar 24. Analisis Rancangan <i>Barrier</i> menggunakan Metode <i>Nomograph</i>	60
Gambar 25. Diagram Alir Perhitungan <i>Barrier Attenuation</i>	60

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pergerakan ekonomi, jaringan distribusi dan sistem logistik barang dan jasa di Indonesia masih sangat tergantung pada sistem jalan raya dan transportasi. Demikian juga pergerakan penumpang intra dan antar wilayah. Oleh karena itu sistem jaringan transportasi yang stabil dan handal sangat menentukan efisiensi perekonomian. Pengembangan transportasi sangat penting artinya dalam menunjang dan menggerakkan dinamika pembangunan, karena transportasi berfungsi sebagai katalisator dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan pengembangan wilayah.

Di bidang transportasi darat, kerusakan jalan akan menyebabkan timbulnya biaya ekonomi dan biaya sosial yang besar. Namun selama krisis ekonomi ini, dapat dikatakan kondisi jaringan jalan nasional berada dalam kondisi kritis, selain karena kurangnya anggaran melalui APBN, juga karena sejak sebelum krisis pembinaan, pelaksanaan dan pengawasan pelaksanaan pembangunan jalan yang berkualitas belum prima.

Dari segi sarana transportasi darat, terjadi penurunan jumlah armada operasi yang disebabkan oleh kenaikan harga suku cadang, kenaikan biaya modal yang diakibatkan kenaikan suku bunga karena kenaikan kurs dollar serta persaingan dengan moda transportasi lain (terutama transportasi udara), sehingga menyebabkan biaya operasi

kendaraan menjadi tinggi, sedangkan kenaikan tarif relatif rendah, karena daya beli masyarakat yang rendah. Selain itu, kualitas pelayanan menjadi sangat rendah, sehingga banyak kendaraan umum yang sebenarnya tidak layak beroperasi, tetap dioperasikan. Dari segi lingkungan juga akan sangat mengganggu karena polusi udara dari gas buang yang menghasilkan gas yang berbahaya bagi manusia.

Masalah transportasi yang kemudian muncul adalah bagaimana memenuhi permintaan jumlah perjalanan yang semakin meningkat, tanpa menimbulkan kemacetan arus lalu lintas di jalan raya. Masalahnya tidak hanya pada kemacetan lalu lintas, tetapi juga pada perencanaan sistem transportasi. Ini memerlukan suatu penanganan yang menyeluruh. Kalau dilihat dari perkembangan transportasi perkotaan yang ada, terlepas dari krisis ekonomi yang melibatkan Indonesia sejak tahun 1997, kendaraan pribadi (mobil dan sepeda motor) tetap merupakan moda transportasi yang dominan, baik untuk daerah urban maupun sub urban. Populasi pergerakan kendaraan pribadi yang begitu besar di daerah perkotaan ditambah dengan pola angkutan umum yang masih tradisional, menimbulkan biaya sosial yang sangat besar akibat waktu tempuh yang terbuang percuma, pemborosan bahan bakar minyak, depresi kendaraan yang terlalu cepat, kecelakaan lalu lintas, hilangnya opportunity cost, timbulnya stress, meningkatnya polusi udara, dan kebisingan. Hal ini sejalan dengan pembangunan ekonomi dan makin bertumbuhnya jumlah masyarakat golongan menengah dan menengah atas di daerah

perkotaan, jauh sebelum krisis terjadi. Kenyamanan, keamanan, privacy, fleksibilitas pergerakan dan prestise merupakan faktor-faktor utama yang menyebabkan kendaraan pribadi tetap memiliki keunggulan sebagai moda transportasi, khususnya di daerah urban.

Masalah yang juga penting adalah masalah angkutan umum. Angkutan umum masih didominasi oleh bus angkutan kota dan mikrolet, yang dinilai kurang nyaman dan tarif yang mahal untuk digunakan oleh masyarakat. Oleh karena itu, perlunya untuk menambahkan moda transportasi massal yang dapat memberikan kenyamanan, tarif yang murah dan cepat.

Kebutuhan akan moda transportasi massal yang efisien, cepat, nyaman, dan murah merupakan suatu kebutuhan yang sangat mendesak. Pilihan pada pengembangan perkeretaapian sebagai transportasi massal di perkotaan adalah sangat tepat. Perkeretaapian merupakan salah satu moda transportasi yang memiliki karakteristik dan keunggulan khusus terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut baik penumpang maupun barang secara masal, hemat energi, hemat dalam penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi, dan tingkat pencemaran yang rendah serta lebih efisien dibanding dengan moda transportasi jalan raya untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah yang padat lalu lintas, seperti angkutan kota. Berdasarkan data dari Mc Kinsey dalam *blue sky Indonesia* (2010), menunjukkan bahwa moda angkutan kereta api memiliki

dampak polusi yang paling sedikit bagi lingkungan yaitu sebesar 1% dibandingkan transportasi lainnya di Indonesia

Menurut badan pusat statistik jumlah penumpang kereta api di Indonesia setiap tahunnya meningkat secara signifikan. Data terakhir menyebutkan jumlah pengguna jasa layanan kereta api Indonesia pada tahun 2017 mencapai 393,27 juta penumpang naik 11,78% dibanding tahun sebelumnya. Jumlah tersebut terdiri dari penumpang di Jabodetabek 315,85 juta penumpang, kemudian Jawa (non Jabodetabek) 70,51 juta penumpang dan Sumatera sebanyak 6,91 juta penumpang, sedangkan untuk barang sebesar 43.367 ribu ton (PT. KAI dan PT. KAI Commuter Jabodetabek, 2019)

Selama berada di kereta api, penumpang akan merasakan getaran yang dihasilkan oleh mesin kereta. Getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangan (KMLH No.49, 1996). Kondisi rel dan kontur tanah di Indonesia yang tidak rata pun menyebabkan getaran. Getaran yang terjadi di kereta api tentu memiliki dampak bagi para penumpang. Dampak yang paling terasa saat melakukan perjalanan yang cukup lama dengan kereta api adalah kelelahan. Selain terpapar getaran, penumpang kereta api juga terpapar kebisingan yang berasal dari mesin kereta api, interaksi antara roda kereta dengan rel, klakson kereta dan dari luar gerbong kereta. Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan

kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (KMLH No.48, 1996). Menurut laporan dari pusat pengendalian dampak lingkungan bidang pembinaan sarana teknis dan peningkatan kapasitas oleh kementerian lingkungan hidup RI menyatakan bahwa tingkat kebisingan 100% telah melewati baku tingkat kebisingan bagi Kawasan perumahan dan pemukiman.

Berdasarkan penelitian terdahulu persebaran tingkat kebisingan dari hasil perhitungan siang hari (L_s) jika berdasarkan jarak yaitu pada jarak 3 meter dari rel kereta api memiliki kebisingan berkisar antara antara 75,04 – 71,44 dB (A) sedangkan pada jarak 9 meter berkisar antara 71,59 – 63,07 dB (A). Persebaran tingkat kebisingan dari hasil perhitungan malam hari (L_m) jika berdasarkan jarak yaitu pada jarak 3 meter dari rel kereta api memiliki kebisingan berkisar antara antara 70,76– 67,52 dB (A) sedangkan pada jarak 6 meter memiliki tingkat kebisingan berkisar antara 71,02 – 61,41 dB (A). Persebaran tingkat kebisingan dari hasil perhitungan kebisingan pada siang hari dan malam hari (L_{sm}) jika berdasarkan jarak yaitu pada jarak 3 meter dari rel kereta api memiliki kebisingan berkisar antara antara 115, 96 – 112,74 dB (A) sedangkan pada jarak 6 meter memiliki tingkat kebisingan berkisar antara 113,05 – 106,63 dB (A) (Mahroini, zahidah, 2019). Hasil pengukuran jika dibandingkan dengan nilai ambang batas (NAB) berdasarkan KEP-48/MNLH/11/1996 tentang baku tingkat kebisingan maka kondisi tingkat

kebisingan dilokasi jauh diatas NAB untuk kawasan pemukiman, sekolah dan tempat ibadah yaitu diatas 55 dBA.

Kereta api tidak akan pernah diam untuk memindahkan sejumlah besar penumpang atau barang dengan kecepatan tinggi, sehingga menimbulkan kebisingan yang signifikan melalui getaran mekanis dan kebisingan aerodinamis. Untuk itu penelitian ini akan membahas lebih lanjut mengenai tingkat kebisingan terhadap pemukiman jalur kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan diambil adalah :

1. Bagaimana mengetahui besaran kebisingan kereta api pada saat melintas.
2. Bagaimana mengetahui kebisingan setelah kereta api melintas.
3. Bagaimana mengantisipasi kebisingan yang terjadi pada saat kereta api melintas.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis tingkat kebisingan eksisting kereta api pada jalur kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo.
2. Menganalisis persepsi masyarakat di sekitar jalur kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo.

3. Analisis pemakaian *Barrier* terhadap tingkat pengurangan kebisingan kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo.

D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan efektif, terencana, terukur dan tepat sasaran, maka penelitian ini hanya difokuskan pada beberapa hal berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data primer berdasarkan pengukuran di lokasi dan data sekunder berdasarkan kuisisioner warga setempat
2. Pengambilan data difokuskan pada getaran mekanis dan kebisingan aerodinamis di jalur kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo di Jawa Tengah,
3. Pengambilan data kuesioner dilakukan pada radius 50 m dan 100 m dari titik pengukuran disekitar pemukiman warga di sebelah kanan dan kiri jalur kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo.
4. Pengambilan data difokuskan pada satu jalur yaitu jalur Kereta Api dari arah Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo.
5. Data teknis kereta api yang digunakan adalah CC 201, CC 206, dan KRD.
6. Waktu pengambilan data dilakukan pada siang hari pada pukul 06.00 – 18.00 WIB selama 7 hari.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Akademik

Penelitian ini membahas mengenai kebisingan akibat aktivitas Kereta api di sepanjang jalur kereta api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo sebagai salah satu penunjang untuk menyelesaikan tugas akhir, sehingga melalui penelitian ini diharapkan penulis dan semua pihak yang berkepentingan dapat lebih memahaminya.

2. Manfaat bagi Departemen Teknik Transportasi

Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang riset kebisingan, khususnya dalam memperhatikan dampak kebisingan di kawasan pemukiman sekitar jalur kereta api dan juga dapat memberikan kenyamanan terhadap pemukiman yang berada di jalur kereta api

3. Manfaat bagi Instansi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi perusahaan atau instansi yang berkaitan dengan penelitian ini yakni PT. Dardela Yasa Guna maupun Satker Kementerian Perhubungan Perkeretaapian Wilayah Sulawesi Selatan.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab dimana masing-masing bab membahas masalah tersendiri, selanjutnya sistematika laporan ini sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dilakukannya penelitian ini, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi mengenai dasar teori- teori serta rumus-rumus dari beberapa sumber bacaan serta berisi langkah atau metode yang akan dipakai dalam penelitian, berupa peraturan yang berlaku.

BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini membahas tentang prosedur pengumpulan data dan prosedur analisis data berupa jenis penelitian, waktu penelitian, lokasi penelitian, populasi dan sampel, dan tahapan-tahapan penelitian beserta tata laksananya.

BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengukuran, maka pada bab ini berisi mengenai pengolahan data hasil analisis secara detail pada pengukuran beserta pembahasannya.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran-saran dalam laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Defenisi Kereta Api

Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api (UU No.23, 2007). Kereta api umumnya terdiri dari lokomotif yang dikemudikan oleh tenaga manusia yang disebut masinis dengan bantuan mesin dan rangkaian kereta atau gerbong sebagai tempat pengangkutan barang dan atau penumpang. Rangkaian kereta atau gerbong tersebut berukuran relatif luas sehingga mampu memuat penumpang atau barang dalam skala yang besar. Karena sifatnya sebagai angkutan massal efektif, beberapa negara berusaha memanfaatkannya secara maksimal sebagai alat transportasi utama angkutan darat baik di dalam kota, antarkota, maupun antarnegara.

B. Jenis - Jenis Kereta Api

Menurut tenaga penggeraknya, kereta api terbagi atas beberapa jenis, antara lain :

1. Kereta Api Uap

Kereta api uap adalah kereta api yang digerakkan dengan uap air yang dihasilkan dari ketel uap yang dipanaskan dengan kayu bakar,

batu bara ataupun minyak bakar, oleh karena itu kendaraan ini dikatakan sebagai kereta api.

2. Kereta Api Diesel

Kereta api *diesel* adalah jenis kereta api yang digerakkan dengan mesin *diesel* dan umumnya menggunakan bahan bakar mesin dari solar. Ada dua jenis utama kereta api *diesel* ini yaitu kereta api *diesel* hidrolik dan kereta api *diesel* elektrik.

3. Kereta Api Rel Listrik

Kereta Rel Listrik, disingkat KRL, merupakan kereta rel yang bergerak dengan sistem propulsi motor listrik. Di Indonesia, kereta rel listrik terutama ditemukan di kawasan Jabotabek, dan merupakan kereta yang melayani para komuter.

Berdasarkan segi rel-nya kereta api dibagi atas dua jenis, yaitu :

1. Kereta Api Konvensional

Kereta api rel konvensional adalah kereta api yang biasa dijumpai. Kereta jenis ini menggunakan rel yang terdiri dari dua batang baja yang diletakkan di bantalan. Di daerah tertentu yang memiliki tingkat ketinggian curam, digunakan rel bergerigi yang diletakkan di tengah tengah rel tersebut serta menggunakan lokomotif khusus yang memiliki roda gigi.

2. Kereta Api Monorel

Kereta api *monorel* (kereta api rel tunggal) adalah kereta api yang jalurnya tidak seperti jalur kereta yang biasa dijumpai. Rel kereta ini

hanya terdiri dari satu batang besi. Letak kereta api didesain menggantung pada rel atau di atas rel. Karena efisien, biasanya digunakan sebagai alat transportasi kota khususnya di kota-kota metropolitan dunia dan dirancang mirip seperti jalan layang.

C. Pengertian Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan dan kenyamanan lingkungan yang dinyatakan dalam satuan *desibel* (dB). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.48 Tahun 1996, kebisingan merupakan suara yang tidak dikehendaki atau bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sedangkan menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.51 Tahun 1999, semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

Menurut Permenkes No.718/Men.Kes/Per/XI/1987, yang dimaksud dengan kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga mengganggu atau membahayakan kesehatan. Pengaruh kebisingan terhadap manusia secara fisik tidak saja mengganggu organ pendengaran, tetapi juga dapat menimbulkan gangguan pada organ – organ tubuh yang lain, seperti penyempitan pembuluh darah dan sistem jantung (Malau & Jehadun, 2018).

D. Jenis- Jenis Kebisingan

Jenis- jenis kebisingan terbagi atas empat, yaitu (Arlan, 2011) :

1. Bising yang Berkelanjutan

Dimana kebisingan ini tidak terputus dengan fluktuasi tidak melebihi 6 dBA. Bising kontinyu dibagi menjadi 2 yaitu *Wide Spectrum* dan *Narrow Spectrum*. *Wide Spectrum* adalah bising dengan spektrum frekuensi yang luas. Bising ini relatif tetap dalam batas kurang dari 5 dBA untuk periode 0,5 detik berturut – turut. Contohnya seperti suara kipas angin, dan suara mesin tenun. *Narrow Spectrum* adalah bising yang relatif tetap dengan memiliki frekuensi tertentu (frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 4000 Hz) misalnya pada gergaji sirkuler dan katub gas.

2. Bising Terputus-Putus

Kebisingan yang tidak terjadi secara terus menerus melainkan terdapat periode tenangnya. Contoh yaitu kebisingan akibat aktivitas lalu lintas kendaraan bermotor, kapal terbang dan kereta api.

3. Bisingan Impulsif

Kebisingan jenis ini memiliki perubahan intensitas kebisingan melebihi 40 dBA dalam waktu yang sangat cepat dan cenderung tidak tertebak. Biasanya mengakibatkan efek kejut bagi pendengarnya.

4. Bising Impulsif Berulang

Hampir sama dengan kebisingan impulsif, tetapi kejadiannya terjadi secara berulang kali. Sebagai contoh kebisingan yang diakibatkan oleh mesin tempat.

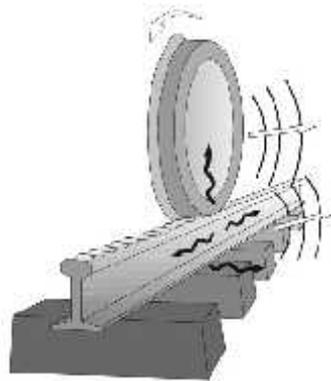
E. Sumber Kebisingan Kereta api

Sumber bising kereta api dihasilkan oleh gerakan kereta api yang melintas. Sumber bising tersebut berasal dari :

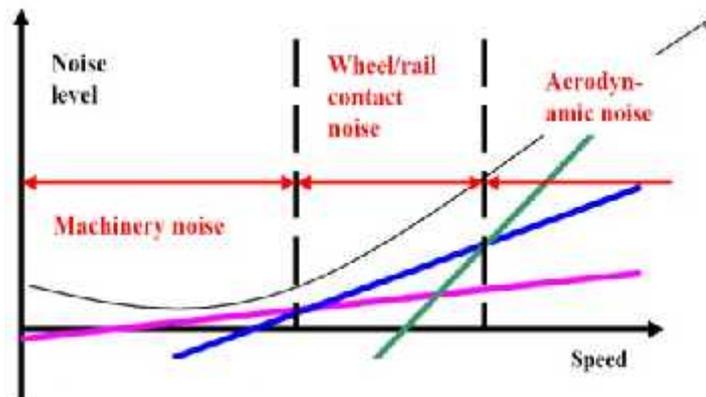
1. Bunyi deru dari sistem penggerak kereta api atau lokomotif,
2. Kebisingan dari peralatan (misalnya kipas angin, mesin, sistem pendingin atau kompresor),
3. Kebisingan aerodinamis, dan
4. Kebisingan roda akibat interaksi antara roda dengan permukaan rel.

Interaksi roda dengan rel menghasilkan tiga tipe kebisingan. yaitu:

- 1) Rolling noise karena kontak yang sifatnya kontinyu,
- 2) Dampak karena roda menemui rel yang diskontinyu (terputus) seperti pada sambungan rel, persilangan, dan
- 3) Dencitan yang dihasilkan oleh gesekan pada tikungan yang tajam atau akibat pengereman.



Gambar 1. Ilustrasi mekanisme kebisingan yang ditimbulkan oleh interaksi antara roda dan rel. (Thompson, 2009)



Gambar 2. Hubungan tingkat kebisingan antara mesin, kontak roda/rel dan aliran aerodinamis

Frekuensi antar tipe kereta api di klasifikasikan pada tabel 1:

Tabel 1. Rentang Frekuensi untuk Jenis kebisingan Kereta api yang berbeda

Jenis Kebisingan	Frequency range [Hz]
Rolling	30 -5000
Flat Spot	50 – 250 (as a function of speed)
Ground borne vibration	4 – 80
Structure borne noise	30 – 200
Top of rail squeal	1000 – 5000
Flanging noise	5000 - 10000

Menghitung kebisingan selama akselerasi, dalam fungsi kecepatan kereta adalah:

$$LA_{max} = 10 \log (10^6 \cdot K + 447 \cdot V^3) [dB] \quad (1)$$

dimana:

LA maks- tekanan suara maksimum berbobot A level yang di rekam oleh pengukur level suara di atur ke respon" Cepat" dari waktu ke waktu kereta untuk melewati mikrofon,

K- factor kebisingan traksi sesuai dengan tabel 2 di bawah ini,

Tabel 2. Faktor kebisingan K untuk peringkat daya traksi

Vehicle power range [MW]	Diesel traction	Electric Traction
Above 1.0	3160 (95)	1000 (90)
0.3 to 1.0	1260 (91)	400 (86)
Belom 0.3	500 (87)	160 (82)

V- Kecepatan kereta dalam km/jam

Mengeluarkan suara dari kereta pada saat berjalan pada kecepatan normal operasi, dengan peralatan traksi idling didapat formulir

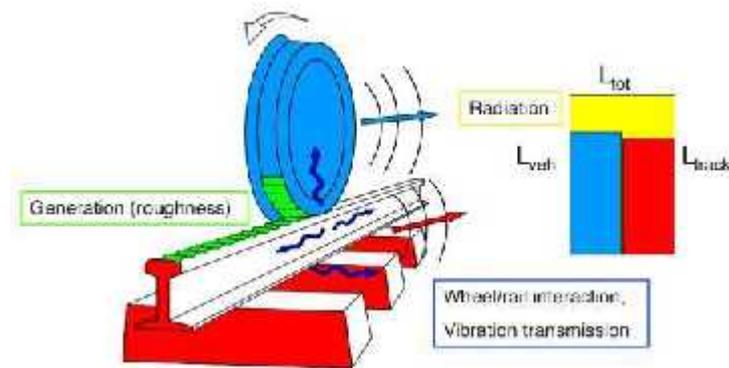
$$LA_{eq} = 40 + 20\log V + 10\log N + 10\log t \text{ [dB]} \quad (2)$$

dimana:

N jumlah as di kereta, t waktu untuk kereta api melewati mikrofon (s). Jika tidak, nilai-nilai tingkat kebisingan ini di tingkatkan kebisingan dari nilai statis (tidak bergerak) kereta, di peroleh dengan mengukur arah vertikal mikrofon disisi kereta, jarak horizontal =7.5 m dari as trek, tinggi 1.5 - 3.5 m dari atas rel. Jika kita melihat nilai tingkat tekanan suara dari bobot C, nilai yang diperoleh tidak boleh lebih tinggi dari 7 dB di bandingkan dengan yang diperoleh melalui tingkat tekanan berbobot A.

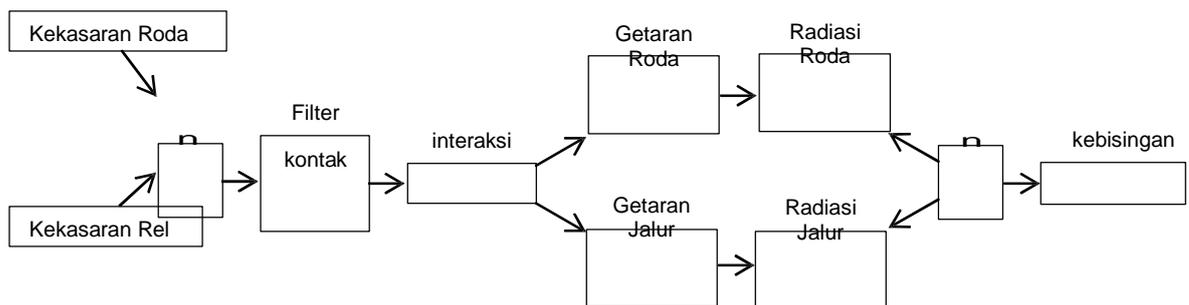
1. Kebisingan bergulir.

Kebisingan bergulir adalah hasil dari getaran roda dan trek yang muncul dalam kontak langsung dengan roda/rel karena kekasaran pada permukaan yang bersentuhan.



Gambar 3. Ilustrasi mekanisme pergantian kebisingan

Kekasaran rel terjadi karena penggunaan yang berkepanjangan dan jalannya sejumlah besar komposisi kereta api, titik kekasaran meningkat dalam penggunaan jangka panjang dari lalu lintas roda, tetapi juga tergantung dari jenis rem yang di pasang pada gerbong.



Gambar 4. Skema Pergantian/perubahan bunyi

Sulit untuk menentukan secara akurat apakah kebisingan berasal dari roda atau infrastruktur, meskipun di ketahui bahwa tingkat kebisingan yang tinggi berasal dari ketidakateraturan roda. Penyimpangan pada roda membentuk gelombang pada permukaan roda dengan nilai panjang gelombang 550mm. Jika λ (m) menunjukkan panjang gelombang dan kecepatan V (m/s), kita dapat menghitung frekuensi gelombang melalui hubungan berikut:

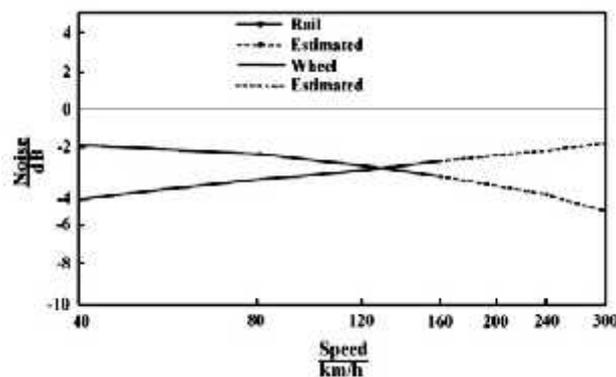
$$f = \frac{v}{\lambda} \text{ [Hz]} \quad (3)$$

Ketika kontak roda/rel, kontak tidak berada di titik, tetapi saat menyentuh permukaan yang bentuknya tidak beraturan, efek kekasaran di zona kontak kecil. Mereka mengemuka terjadinya frekuensi gelombang dari 1 hingga 1.5 Hz dan pada kecepatan melebihi 160 km/jam atau pada gelombang frekuensi yang lebih rendah pada kecepatan yang lebih rendah. Oleh karena itu, tingkat tekanan suara berbobot A biasanya di hitung sebanding dengan logaritma kecepatan.

$$L_p = L_{p0} + N \cdot \log_{10} \frac{v}{v_0} \text{ [Hz]}$$

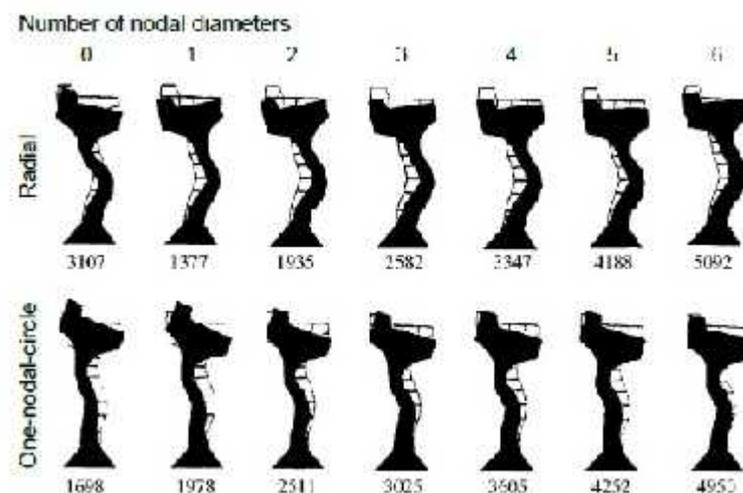
(4) Dimana : L_{p0} – tingkat suara pada kecepatan referensi v_0 , N – nilai

kecepatan “ ekponen” , di tentukan dari pengukuran berdasarkan regresi linier, biasanya di tentukan antara 25 dan 35 dengan nilai tipikal 30.



Gambar 5. Perkiraan kebisingan komponen roda dan rel terhadap level bobot A terhadap kecepatan kereta.

Pertimbangan ini menunjukkan bahwa menggandakan kecepatan yang sesuai meningkatkan level berbobot A dari 8 hingga 10 dB. Kecepatan mempengaruhi perilaku dinamika roda dan rel, tetapi juga pada interaksi mereka dan harus di perhitungkan ketika mempertimbangkan masalah seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Mode roda barang 920 mm standar bersemangat dalam kebisingan bergulir dan frekuensi alami.

Perilaku dinamika dari roda dilihat melalui analisis mode getaran dan frekuensi alami. Desain roda kereta api adalah struktur resonansi yang sedikit terendam. Karena gerakan dan interaksi dengan rel, roda bertindak seperti elemen lain yang bergerak osilasi sendiri dan alami. Roda seperti poros-simetris baru dan kapan baru tidak memiliki tempat dampak (diameter) saat di gunakan hingga tingkat yang lebih besar atau lebih kecil yang muncul.

Karena fenomena ini datang ke penilaian osilasi tersebut di tunjukan pada gambar 5 untuk diameter 920 mm untuk gerbong barang

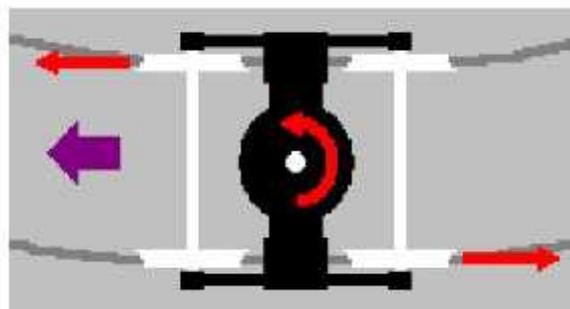
dalam potongan melintang. Khusus tengah roda dan rel adalah salah satu system mekanis, karena roda kontak yang saling bersilasi di dekat rel dan trek.

2. Mendengking Roda

Penyebab dengkingan roda adalah kebisingan di lengkung. Terdiri dari dua jenis dengkingan:

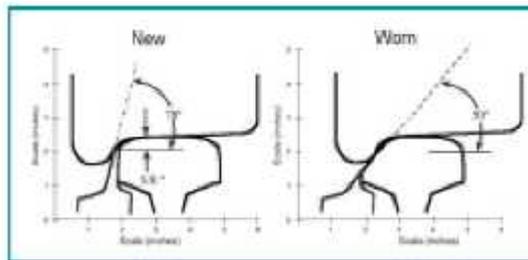
- Dengkingan dari flens roda
- Dengkingan kontak roda/rel karena penampilan longitudinal stick-slip dan lateral slip.

Fenomena stick-slip longitudinal adalah kebisingan frekuensi tinggi karena kecepatan roda set berbeda rel dalam dan luar. Jari- jari lengkung, model (geometri) roda dan profil rel, serta kecepatan, adalah faktor utama mempengaruhi tingkat kebisingan yang terjadi. Slip lateral adalah kebisingan yang terjadi karena lateral slip permukaan roda di bagian atas permukaan rel, itulah yang menjadi penyebab utama jenis .kebisingan, seperti yang di ilustrasikan dalam gambar 7.



Gambar 7. Kurva skema bogie rel

Pada gambar diatas roda menciptakan kebisingan sambil menyentuh bagian dalam rel, Oleh efek gaya sentrifugal, roda bergerak menjauhi dari bagian dalam (lebih rendah) rel, sedangkan roda kepala di rel luar (lebih tinggi) menyentuh tepi bagian dalam seperti gambar 8. Profil roda menyentuh permukaan atas lebih sedikit karena peningkatan keausan. Kebisingan pita frekuensi yang di hasilkan dari roda berkisar 1400-1600 Hz, tergantung pada geometri roda dan rel.



Gambar 8. Aktual profil roda dan rel

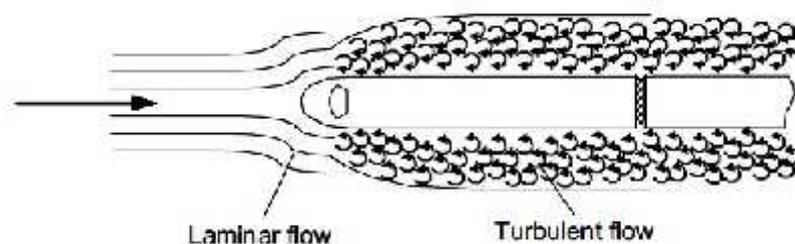
Rentang frekuensi kebisingan di kenal sebagai roda mendengking sekitar 3000-4000 Hz, dan ini suara nada yang sangat tinggi dan tidak menyenangkan untuk pendengaran seseorang. Dengkingan roda terjadi di gerbong barang karena tekanan tinggi poros, yang menyebabkan peningkatan roda dan permukaan rel dalam kontak.

a. Kebisingan aerodinamis.

Gaya aerodinamis dapat dinyatakan sebagai akibat aliran udara pada suatu permukaan dari suatu benda yang bersumber dari distribusi tekanan pada permukaan dan tegangan geser pada permukaan. Lewatnya benda padat melalui udara menciptakan aliran udara laminar sekitar body kereta api. Namun, jika kecepatan tinggi, dekat dengan

benda padat akan muncul di bawah tekanan yang menyebabkan pergerakan udara yang memutar, yang menciptakan gelombang suara. Setiap titik body kereta api mengalami perbedaan tekanan, perbedaan ini mengakibatkan terjadinya distribusi tekanan yang berbeda-beda pada permukaan sehingga mengakibatkan timbulnya gaya, yang dinamakan gaya aerodinamis. Gangguan yang dapat dihasilkan dari adanya gaya aerodinamis ini dapat berupa kebisingan aerodinamis.

Tingkat kebisingan aerodinamis dapat dinyatakan sebagai fungsi kecepatan kereta dan kekuatan permukaan eksternal gerbong. Peningkatan kecepatan meningkatkan pengaruh kebisingan aerodinamis pada keseluruhan tingkat kebisingan dalam pergerakan dan komposisi biasanya dalam kisaran (60-80) Log 10 V. Jenis kebisingan ini sangat terasa di kereta berkecepatan tinggi dan berdampak negative pada lingkungan.



Gambar 9. Pergerakan aerodinamis

Kebisingan aerodinamis yang dihasilkan di bagian depan lokomotif, di ruang antara gerbong, Nilai kebisingan aerodinamis di beberapa tempat berbeda, dan mendekati energi bunyi yang diekpresikan yang terjadi.

F. Dampak Kebisingan

Suara yang tidak diinginkan akan memberikan efek kurang baik terhadap kesehatan. Suara merupakan gelombang mekanik yang dihantarkan oleh suatu medium yaitu umumnya oleh udara. Kualitas dan kuantitas suara ditentukan antara lain oleh intensitas (*loudness*), frekuensi, periodisitas (kontinyu atau terputus) dan durasinya. Faktor-faktor tersebut juga ikut mempengaruhi dampak suatu kebisingan terhadap kesehatan.

Bising menyebabkan berbagai gangguan terhadap manusia, baik gangguan Auditori (gangguan pendengaran) maupun gangguan-gangguan Non-Auditori (gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi, ancaman bahaya keselamatan, performa kerja menurun, kelelahan, dan stres).

1. Gangguan Auditori (Gangguan Pendengaran)

Diantara sekian banyak gangguan yang ditimbulkan oleh bising, gangguan yang paling serius terjadi adalah gangguan terhadap pendengaran, karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketulian. Ketulian ini dapat bersifat progresif atau awalnya bersifat sementara, tetapi bila terus-menerus terpapar bising maka daya dengar akan hilang secara menetap atau tuli. Berikut ini akan dipaparkan mengenai beberapa gangguan pendengaran, yaitu :

1) Tinitus

Tinitus adalah istilah medis dari telinga mendenging yang berasal dari bahasa latin *tinnire* yang artinya mendenging. Tinitus bukan merupakan suatu penyakit melainkan gejala awal dari suatu penyakit atau kondisi tertentu. Suara yang mendenging begitu nyata dan serasa berasal dari dalam telinga atau kepala. Pada sebagian besar kasus, gangguan ini merupakan sesuatu yang normal tidak ada yang perlu di khawatirkan (Surodjo, 2008). Tinitus dapat dibagi atas tinitus obyektif, bila suara tersebut dapat didengar juga oleh pemeriksa atau dengan auskultasi di sekitar telinga. Tinitus bersifat subyektif bila suara tersebut hanya didengar oleh responden sendiri, jenis ini sering terjadi (Arsyad, 2007).

2) Tuli

Gangguan kebisingan yang paling serius terjadi adalah gangguan terhadap pendengaran, karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketulian. Ketulian ini dapat bersifat progresif atau awalnya bersifat sementara, tetapi bila bekerja terus-menerus maka daya dengar akan hilang secara menetap atau tuli (Soetirto, 1997). Tuli akibat bising dapat mempengaruhi diskriminasi dalam berbicara dan fungsi sosial.

3) Vertigo

Vertigo adalah keluhan rasa pusing berputar dan pusing yang dirasakan luar biasa. Seseorang yang menderita vertigo merasakan

seolah-olah bergerak atau berputar atau seolah-olah benda di sekitar penderita bergerak atau berputar, yang biasanya disertai dengan mual dan muntah bahkan penderita merasa tak mampu berdiri dan kadang terjatuh. Ini dikarenakan adanya gangguan keseimbangan yang berpusat di area labirin atau rumah siput di daerah telinga (Arsyad, 2007). Penyebab vertigo adalah bukan karena faktor keturunan, namun karena adanya gangguan pada sistem vestibular perifer (gangguan pada telinga bagian dalam) yang dapat muncul sebagai akibat dari gangguan sistem vestibular sentral (saraf vestibular, batang otak, dan otal kecil). Gangguan vestibular perifer meliputi *Benign Paroksimal Positional Vertigo* yang merupakan gangguan keseimbangan yang sering dijumpai. Gejala yang dikeluhkan biasanya datang secara tiba-tiba pada perubahan posisi kepala atau anggota tubuh lainnya yang dapat menimbulkan keluhan vertigo.

4) Otagia

Otagia adalah keluhan nyeri dalam telinga yang perlu ditanyakan apakah terjadi pada telinga kiri atau kanan. Nyeri telinga (*referred pain*) dapat disebabkan rasa nyeri di gigi molar atas, sendi mulut, dasar mulut, tonsil atau tulang servikal karena telinga dipersarafi oleh saraf sensori yang berasal dari organ–organ tersebut (Arsyad, 2007).

5) Otores

Penyakit yang ditandai dengan adanya sekret yang keluar dari liang telinga baik dari satu telinga maupun kedua-duanya. Sekret yang

sedikit biasanya berasal dari infeksi telinga luar dan sekret yang banyak, bersifat mukoid pada umumnya berasal dari telinga tengah. Bila berbau busuk menandakan adanya kolesteatom, bila bercampur darah dicurigai adanya infeksi akut yang berat atau tumor dan bila cairan yang keluar seperti air jernih, dicurigai adanya cairan likuor serebrospinal (Arsyad, 2007).

2. Gangguan Non-Auditori

Gangguan Non-Auditori dapat disebut juga keluhan yang dirasakan oleh seseorang (keluhan subyektif) (Siswanto, 1992).

1) Gangguan Fisiologis

Gangguan fisiologis adalah gangguan yang mula-mula timbul akibat kebisingan. Pembicaraan atau instruksi dalam pekerjaan tidak dapat didengar secara jelas, pembicara terpaksa berteriak-teriak selain memerlukan ekstra tenaga juga menambah kebisingan. Misalnya, naiknya tekanan darah, nadi menjadi cepat, vasokonstriksi pembuluh darah (semutan), mempengaruhi keseimbangan, sakit kepala (pusing), perasaan mual, otot leher terasa tegang atau metabolisme tubuh meningkat (Buchari, 2007). Selain itu, menurut Suma'mur (1996) kebisingan juga dapat menurunkan kinerja otot yaitu berkurangnya kemampuan otot untuk melakukan kontraksi dan relaksasi, berkurangnya kemampuan otot tersebut menunjukkan terjadi kelelahan.

2) Gangguan Psikologis

Buchari (2007) memaparkan bahwa gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, rasa jengkel, kebingungan, ketakutan, emosi meningkat, susah berkonsentrasi, motivasi untuk berfikir dan bekerja berkurang karena bising. Pemaparan jangka waktu lama juga dapat menimbulkan penyakit psikosomatik seperti penyakit jantung koroner dan lainnya. Eksposur terhadap kebisingan yang berlebihan dapat menimbulkan pengaruh pada perilaku seperti kehilangan konsentrasi, kehilangan keseimbangan dan disorientasi (berkaitan dengan pengaruh kebisingan pada cairan di dalam saluran semisirkular telinga dalam) dan juga kelelahan (John Ridley, 2003).

3) Gangguan Komunikasi

Kebisingan berpengaruh pada komunikasi dengan pembicaraan. Risiko potensial pada pendengaran terjadi, apabila komunikasi dengan pembicaraan harus dilakukan secara berteriak. Gangguan komunikasi semacam itu dapat menyebabkan gangguan pada pekerjaan atau bahkan mengakibatkan kesalahan dan kecelakaan kerja terutama pada pekerja baru (Chandra, 2007).

G. Baku Mutu Kebisingan

Baku Tingkat Kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kep.MenLH No.48 Tahun 1996). Tingkat intensitas kebisingan diukur dan dinyatakan dalam satuan *Decibel* (dBA).

Decibel adalah ukuran energi bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit-unit tingkat tekanan suara berbobot A. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor:

KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan yang berkaitan dengan permasalahan peruntukan lahan dapat dilihat pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Baku Tingkat Kebisingan Sesuai dengan Peruntukan Kawasan

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 :	
Bandar Udara *)	Ket : *) disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan
Stasiun Kereta Api *)	
Pelabuhan Laut	70
Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau Sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat atau ibadah atau Sejenisnya	55

*Sesuai ketentuan Menteri Perhubungan

(Sumber : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996)

H. Baku Mutu Kebisingan

Perhitungan Tingkat Kebisingan Hasil Pengukuran, dilakukan seperti berikut.

a) Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi atau tabel frekuensi adalah pengelompokan data ke dalam beberapa kelas dan kemudian dihitung banyaknya pengamatan yang masuk ke dalam tiap kelas. Dalam membuat distribusi frekuensi dihitung banyaknya interval kelas, nilai interval, tanda kelas / nilai tengah, dan frekuensi seperti pada Persamaan 5 sampai 8.

- Jangkauan atau Range

$$R = \text{Data max} - \text{Data min} \quad (5)$$

- Banyaknya Kelas

$$k = 1 + 3.3 \log (n) \quad (6)$$

- Interval

$$I = R / k \quad (7)$$

- Titik Tengah Interval Kelas

$$\text{Titik tengah} = (BB+BA) / 2 \quad (8)$$

b) Tingkat Kebisingan Equivalent

Perhitungan angka penunjuk secara manual diawali dengan menghitung L_{90} , L_{50} , L_{10} , L_1 . L_{90} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan mayoritas atau kebisingan yang

muncul 90% dari keseluruhan data. L_{10} adalah persentase kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan minoritas atau kebisingan yang muncul 10% dari keseluruhan data. Sedangkan L_{50} merupakan kebisingan rata-rata selama pengukuran. Tahap selanjutnya adalah perhitungan angka penunjuk ekivalen (LA_{eq}) yang mana LA_{eq} ini merupakan angka penunjuk tingkat kebisingan yang paling banyak digunakan. Pada pengukuran kebisingan lalu lintas di jalan raya, L_{90} menunjukkan kebisingan latar belakang yaitu kebisingan yang banyak terjadi sedangkan L_{10} merupakan perkiraan tingkat kebisingan maksimum seperti pada Persamaan 9 hingga 22 berikut ini (Hattam, 2019).

Untuk mengetahui kebisingan eqivalen pada kebisingan kereta, dapat menggunakan persamaan dibawah ini

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum t_i 10^{\frac{L_i}{10}} \right) dBA \quad (9)$$

Dimana:

t_i = Lamanya waktu dengan tingkat kebisingan L_i

$T = t_1 + t_2 + \dots$

Jika data cukup banyak untuk dapat menghitung distribusi frekuensiny, maka dilakukan dengan cara :

- Untuk L_{90}

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 10% dari data pengukuran (L_{90}) dengan Persamaan 10:

$$\text{Nilai A} = 10\% \times N \quad (10)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang

dicari dimana:

10% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai L90 awal} = I(B0) + (B1)X = 0.1 \times I \times 100 \quad (11)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui B0 : Jumlah % sebelum 90

B1 : % setelah 90

$$L90 = I_0 + X \quad (12)$$

Dimana:

I_0 : Interval akhir

- Untuk L50:

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 50% dari data pengukuran (L50) dengan Persamaan 13:

$$\text{Nilai A} = 50\% \times N \quad (13)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari

dimana:

50% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai L50 awal} = I(B0) + (B1)X = 0.5 \times I \times 100 \quad (14)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B0: Jumlah % sebelum 50

B1: % setelah 50

$$L50 = I_0 + X \quad (15)$$

Dimana:

I_0 : Interval akhir

- Untuk L10:

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 90% dari data pengukuran (L10) dengan Persamaan 11:

$$\text{Nilai A} = 90\% \times N \quad (16)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari dimana:

90% : Hasil 90 % pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai L10 awal} = I(B0) + (B1)X = 0.9 \times I \times 100 \quad (17)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B0 : Jumlah % sebelum 10

B1 : % setelah 10

$$L10 = I0 + X \quad (18)$$

Dimana:

I_0 : Interval akhir

- Untuk L1:

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 99% dari data pengukuran (L1) dengan Persamaan 19:

$$\text{Nilai A} = 99\% \times N \quad (19)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari.

Dimana:

99% : Hasil 99% pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{10} \text{ awal} = I(B_0) + (B_1)X = 0.99 \times I \times 100 \quad (20)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B₀ : Jumlah % sebelum 1

B₁ : % setelah 1

$$L_1 = I_0 + X \quad (21)$$

Dimana:

I₀ : Interval akhir

Untuk nilai L_{Aeq} dapat dihitung seperti pada persamaan 17 dibawah ini

$$L_{Aeq} = L_{50} + 0,43 (L_1 - L_{50}) \quad (22)$$

Tahap selanjutnya setelah nilai L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} dan L_{Aeq} diperoleh adalah menghitung $L_{Aeq,day}$ adalah tingkat kebisingan selama 1 hari pengukuran yang dihitung menggunakan Persamaan 18.

$$L_{Aeq,day} = 10 \times \log (10) \times \left(\frac{1}{\text{jam}} \times 10^{\frac{L_{Aeq1}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{Aeqn}}{10}} \right) \quad (23)$$

I. Pembagian Zona Bising

Di Indonesia, pemerintah menetapkan standar kebisingan. Standar tersebut ditetapkan dan diatur Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.718/Men/Kes/Per/XI/1987, tentang kebisingan. Didalamnya termuat kebisingan yang diperbolehkan untuk zona-zona tertentu, dan hal ini berhubungan dengan kesehatan. Empat zona bising tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pembagian Zona Bising

No.	Zona	Maksimum dianjurkan (dBA)	Maksimum diperbolehkan (dBA)
1	A	35	45
2	B	45	55
3	C	50	60
4	D	60	70

(Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.718 Tahun 1987)

Keterangan :

Zona A = tempat pendelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan dsb;

Zona B = perumahan, tempat pendidikan, rekreasi, dan sejenisnya; Zona

C = perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar, dan sejenisnya; Zona

D = industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bis, dan sejenisnya.

J. Definisi Pemukiman

Pengertian dasar pemukiman dalam Undang-Undang No.1 Tahun 2011 adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih

dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain dikawasan perkotaan atau kawasan pedesaan. Pemukiman adalah area tanah yang digunakan sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung peri kehidupan dan merupakan bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung baik yang berupa kawasan perkotaan maupun pedesaan.

Pemukiman adalah suatu tempat bermukim manusia yang telah disiapkan secara matang dan menunjukkan suatu tujuan yang jelas, sehingga memberikan kenyamanan kepada penghuninya (Parwata, 2004). Pengertian lain disebutkan dalam Undang-Undang Republik Indonesia No.14 Tahun 1992 Pasal 3 tentang Perumahan dan Pemukiman, bahwa pemukiman adalah bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung baik yang berupa kawasan perkotaan maupun pedesaan yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal dan mendukung perikehidupan dan penghidupan.

Pada area pemukiman pinggiran rel kereta api, memiliki dua karakteristik yaitu :

1. Pemukiman Permanen

Pemukiman permanen adalah pemukiman yang dibangun di sekitar wilayah yang berada di belakang pagar pembatas rel kereta api dengan menggunakan batu bata dan batako sebagai bahan bangunannya. Pemukiman tersebut tidak memenuhi persyaratan administratif karena

tidak mempunyai Izin Mendirikan Bangunan (IMB) mereka hanya memiliki surat Hak Guna Bangunan (HGB) dan membayar sewa atas tanah yang digunakan kepada PT. KAI.

2. Pemukiman Non-Permanen

Pemukiman non-permanen merupakan pemukiman di pinggiran rel kereta api, terutama di dekat palang perlintasan kereta api. Bangunan rumahnya sebagian besar terbuat dari seng dan tidak layak huni.

K. Analisis Regresi dan Korelasi

Analisis regresi digunakan bila mengetahui bagaimana variabel dependen/kriteria dapat diprediksikan melalui variabel independen atau variabel prediktor, secara individual. Dampak dari penggunaan analisis regresi dapat digunakan untuk memutuskan apakah naik dan menurunnya variabel dependen dapat dilakukan melalui menaikkan dan menurunkan keadaan variabel independen, atau meningkatkan keadaan variabel dependen dapat dilakukan dengan meningkatkan variabel independen/dan sebaliknya.

Analisis regresi pada dasarnya adalah studi mengenai ketergantungan variabel dependen (terikat) dengan satu atau lebih variabel independen (bebas) dengan tujuan untuk mengestimasi dan/atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata variabel dependen berdasarkan nilai variabel independen yang diketahui (Ghozali, 2013).

Terbagi atas atas dua juga yaitu analisis regresi liner sederhana dan analisis regresi berganda.

Dalam hal ini regresi digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh satu atau lebih variabel bebas terhadap variabel terikat. Syarat kelayakan yang harus terpenuhi saat kita menggunakan regresi untuk linear sederhana adalah:

- Jumlah sampel yang digunakan sama.
- Nilai residul harus berdistribusi normal.
- Terdapat hubungan yang linear variabel bebas dengan variabel tergantung.
- Tidak terjadi gejala heteroskedastisitas.
- Tidak terjadi gejala autokorelasi (untuk data time series).

Adapun langkah-langkah dalam uji regresi linear sederhana dalam program SPSS adalah sebagai berikut (Raharjo, 2017):

- Mencari nilai rata-rata tiap item pertanyaan dalam variabel dari total skor tiap item pertanyaan dalam variabel, yang akan menjadi nilai variabel tersebut.
- Setelah mendapat nilai variabel, selanjutnya memilih *Analyze* pada menu utama, kemudian klik *Regression* lalu pilih *Linear*.
- Muncul kotak dialog "*Linear Regression*", selanjutnya masukkan variabel Y ke *Dependent*, lalu masukkan

variabel X ke kotak *Independent(s)*, selanjutnya pada bagian *method*: pilih *Enter*.

- Langkah terakhir adalah klik *Ok* untuk mengakhiri perintah maka akan keluar *Output* SPSS.

Adapun kriteria untuk menilai berpengaruh tidaknya variabel X dengan variabel Y, yaitu:

- Jika nilai Signifikansi (*Sig.*) $> 0,05$ maka kesimpulannya adalah tidak adanya pengaruh.
- Jika nilai Signifikansi (*Sig.*) $< 0,05$ maka kesimpulannya adalah adanya pengaruh.

3. Regresi Logistik Multinomial

Regresi logistik multinomial merupakan suatu metode analisis data yang digunakan untuk mencari hubungan antara variabel respon (*y*) yang bersifat polikotomus atau multinomial digunakan untuk menyelesaikan kasus regresi dengan variabel dependen berupa data kualitatif berbentuk multinomial (lebih dari dua kategori) dengan satu atau lebih variabel independent (Zabrina, 2018).

Untuk melakukan uji regresi logistik multinomial, dapat digunakan program STATA. Langkah-langkah penggunaan STATA adalah berikut :

- Membuka program STATA klik data, pilih data editor dan masukkan variabel-variabel dari total skor tiap item pertanyaan dalam variabel yang akan menjadi nilai variabel tersebut.
- Pilih statistic pada menu utama dan klik *Categorical Outcomes* , muncul kotak dialog "*Multinomial logistic regression*" , selanjutnya masukkan variabel Y ke *Dependent*, lalu masukkan variabel X ke kotak *Independent(s)*.
- Langkah terakhir adalah klik Ok untuk mengakhiri perintah maka akan keluar Output STATA.