

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGURANGAN TINGKAT KEBISINGAN DI JALUR
KERETA API ANTARA STASIUN YOGYAKARTA – STASIUN
MAGUWO**



**MUHAMMAD ASLAMIL TAQWA
D121 16 004**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2020





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO. KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : **Analisis Pengurangan Tingkat Kebisingan Di Jalur Kereta Api Antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maquwo**

Disusun Oleh :

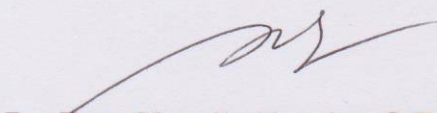
Nama : **Muhammad Aslamil Taqwa D121 16 004**

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 27 Nopember 2020

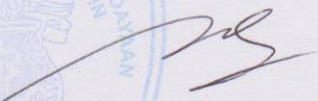
Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.
NIP. 197204242000122001


Ir. Dantje Runtulalo. M.T.
NIP. 195705301989031001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan


Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.
Nip. 197204242000122001

TL - Unhas: 18205/TD.06/2020



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Muhammad Aslamil Taqwa, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Analisis Pengurangan Tingkat Kebisingan di Jalur Kereta Api Antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo”**, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu, semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 27 Nopember 2020

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Aslamil Taqwa
NIM : D121 16 004



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya susun guna memenuhi salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan studi program Strata I Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya Ayahanda tercinta Basir dan ibunda Erniwati yang tak pernah lelah dalam memberikan kasih sayang, doa, perhatian dan pengertian serta dorongan, motivasi maupun materi.
2. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Dantje Runtulalo, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan, meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, dan juga selalu memberikan semangat selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir.
6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun.



staf administrasi S1 Departemen Teknik Lingkungan Ibu Sumiati dan Kak Olan.

8. Saudara se-PATRON 2017 atas segala bantuan dan dorongan selama perkuliahan.
9. Rekan Penelitian Tugas Akhir Bapak Rivan, Kak maman, Kak Nini, Mas Aryo, Mas Danis, Mas Eko dan terutama buat Andi Ratifa Nurul Muhlisah yang telah banyak membantu dalam proses penelitian ini dan atas segala kerja sama selama penelitian berlangsung serta dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Saudari-saudari Asisten Laboratorium Hidrolika Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (liza, sahnaz, dian) yang telah memberikan semangat, bantuan, serta doa.
11. Teman-teman konsentasi Laboratorium Riset Kualitas Udara dan Kebisingan ES TE 12 (Riswan, Sita, Afief, Nando, Iqo, Ema, Arikah, Sahnaz, Ghina, Nia, Ulfah, Tifa dan Melin) yang selalu mendukung dan memberi semangat.
12. Kawan-kawan D'CancuBel (iwa, chiwol, bohlam, sita, nando, dan natt) yang selalu mendoakan dan memberikan semangat.
13. Saudari-saudari penghuni KOCE (liza, ema, sabda, melin) yang telah membantu dalam studi.
14. Saudari Nurhaliza (lizaa) yang telah membantu penulis dalam proses studi, memberikan masukan, saran, dan kritikan selama kuliah di Teknik Lingkungan dan juga memberikan semangat dan dukungan kepada penulis hingga pada proses penyusunan Tugas Akhir.
15. Rekan-rekan Kak Evi, dan Kak Nini yang selalu siap memberikan saran dalam penyelesaian tugas akhir.
16. Dan kepada seluruh keluarga besar saya, rekan, sahabat, saudara dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan banyak terimakasih atas setiap bantuan dan doa yang diberikan.



Dalam penulisan tugas akhir ini saya menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dengan adanya kekurangan-kekurangan mengingat keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai masukan demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat.

Gowa, September 2020

Muhammad Aslamil Taqwa



ABSTRAK

MUHAMMAD ASLAMIL TAQWA. *Analisis Pengurangan Tingkat Kebisingan Di Jalur Kereta Api Antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo* (dibimbing oleh Muralia Hustim dan Dantje Runtulalo).

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. Selama berada di kereta api, penumpang akan merasakan dampak getaran yang dihasilkan oleh mesin kereta.

Dengan adanya dampak kebisingan yang ditimbulkan dari kereta api, maka dengan adanya bangunan peredam kebisingan atau biasa dikenal dengan sebutan *Barrier* untuk mencegah gangguan kesehatan dan psikologis. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat kebisingan eksisting tanpa kereta api dan penanganan tingkat kebisingan akibat kebisingan kereta api pada jalur kereta api antara stasiun Yogyakarta-stasiun Maguwo.

Penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian kuantitatif. Sumber data berasal dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari observasi di lapangan, sedangkan data sekunder berasal dari data-data dan informasi pendukung yang dibutuhkan seperti data kereta api. Penelitian ini dilakukan pada kawasan pemukiman di Jalan Gatak, Karang Bendo RT.10 No.2, Kidul, Rel, Jaranan, Banguntapan, Kec. Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta di jalur kereta api antara stasiun Yogyakarta – stasiun Maguwo pada satu titik pengamatan. Untuk mendapatkan data primer, maka diperlukan alat *SLM TM 103* agar dapat menghitung intensitas kebisingan kereta api. Data yang diperoleh secara langsung terdiri dari tingkat kebisingan setelah kereta api melintas pada titik pengamatan

Dari hasil penelitian, kebisingan eksisting kereta api memiliki nilai bising yang berpengaruh pada kebisingan disekitar pemukiman berada diatas 55 dBA. Untuk penanganan tingkat kebisingan, *barrier* dengan material bata paling efektif mereduksi kebisingan.

Kata Kunci: Kereta Api, Kebisingan, *Barrier*



ABSTRACT

MUHAMMAD ASLAMIL TAQWA. Analysis of Noise Level Reduction on the Railway Between Yogyakarta Station - Maguwo Station (Supervised by Muralia Hustim and Dantje Runtulalo).

Railways are one of the modes of transportation that have special characteristics and advantages, especially in their ability to transport both passengers and goods in bulk, save energy, save space, have a high safety factor, and have a low level of pollution and are more efficient than other modes of transportation. highways for long-distance transport and for high traffic areas, such as city transportation. While on the train, passengers will feel the impact of the vibrations generated by the train engine.

With the impact of the noise that is generated from the train, the presence of a noise-reducing building or commonly known as a Barrier to prevent health and psychological problems. This study aims to determine the existing noise level without a train and the handling of noise levels due to train noise on the train line between Yogyakarta-Maguwo station.

This research is a type of quantitative research. The data source comes from primary data and secondary data. primary data is obtained directly from observations in the field, while secondary data comes from supporting data and information such as railway data. This research was conducted in a residential area on Jalan Gatak, Karang Bendo RT.10 No.2, Kidul, Rel, Jaranan, Banguntapan, Kec. Banguntapan, Bantul, Yogyakarta Special Region on the train line between Yogyakarta station - Maguwo station at one observation point. To obtain primary data, SLM TM 103 is needed in order to calculate the train noise intensity. The data obtained directly consists of the noise level after the train passes at the observation point

From the research results, the existing train noise has a noise value that affects the noise around the residential area above 55 dBA. For handling noise levels, the barrier with steel material is the most effective at reducing noise.

Keywords: Train, Noise, Barrier



DAFTAR ISI

	halaman
SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	5
E. Manfaat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	6



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Defenisi Kereta Api	8
B. Jenis-Jenis Kereta Api	8
C. Pengertian Kebisingan	9
D. Jenis-Jenis Kebisingan	10
E. Sumber Kebisingan Kereta Api	11
F. Dampak Kebisingan	14
1. Gangguan Auditori (Gangguan Pendengaran)	15
2. Gangguan Non-Auditori	16
G. Faktor Kebisingan Kereta Api	17
H. Pengendalian Kebisingan	18
I. Baku Mutu Kebisingan	19
J. Pembagian Zona Bising	21
K. Defenisi Pemukiman	21
L. Alat Pengukur Kebisingan	22
M. Metode Pengukuran Tingkat Kebisingan	23
N. Mengukur Tingkat Kebisingan	25
O. Analisa Tingkat Kebisingan	26
P. Penghalang (<i>Barrier</i>) untuk Mengatasi Kebisingan	30
Q. Software <i>Noise Tools</i>	38



METODE PENELITIAN

Kerangka penelitian	41
---------------------	----

B. Waktu dan Lokasi Penelitian	42
1. Waktu Penelitian	42
2. Lokasi Penelitian	42
C. Alat Pengukuran	45
D. Teknik Pengumpulan Data	46
1. Data Primer	47
a. Pengukuran Tingkat Kebisingan Setelah Kereta Api Melintas	48
b. Pengambilan Koordinat Titik pengukuran	49
2. Data Sekunder	50
F. Teknik Analisis	56
1. Analisis Tingkat Kebisingan	56
2. Analisis Perhitungan <i>Barrier</i> Menggunakan Software Noise tools	57

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum	58
B. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan Tanpa Kereta Api	59
1. Hasil Analisis Tingkat kebisingan Tanpa Kereta Api pada Hari Pertama	59
2. Hasil Analisis Tingkat kebisingan Tanpa Kereta Api pada Hari Kedua	61
3. Hasil Analisis Tingkat kebisingan Tanpa Kereta Api pada Hari Ketiga	63
4. Hasil Analisis Tingkat kebisingan Tanpa Kereta Api pada Hari Keempat	65
5. Hasil Analisis Tingkat kebisingan Tanpa Kereta Api pada Hari Kelima	67



6. Hasil Analisis Tingkat kebisingan Tanpa Kereta Api pada Hari Keenam	69
7. Hasil Analisis Tingkat kebisingan Tanpa Kereta Api pada Hari Ketujuh	71
8. Rekapitulasi Analisi Tingkat Kebisingan Maksimum Rata- Rata Kereta Api dan Kebisingan Rata-Rata Tanpa Kereta Api	73
C. Menganalisis Pengurangan Tingkat Kebisingan Dengan Barrier Menggunakan <i>Software Noise Tools</i>	74
1. Simulasi Pengurangan Tingkat Kebisingan Menggunakan Software Noise Tools	75
a. Susunan Bata	75
b. Bahan Beton Bertulang	78
c. Bahan Kayu	80
d. Metal (Baja)	83
e. Fiber	85
2. Rekapitulasi Hasil Simulasi Pengurangan Tingkat Kebisingan Menggunakan <i>Software Noise Tools</i>	88
3. Simulasi Rencana Pengurangan Tingkat Kebisingan Menggunakan Software Noise Tools	89

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	91
B. Saran	91



R PUSTAKA



RAN

DAFTAR TABEL

	halaman
1. Baku Tingkat Kebisingan Sesuai dengan Peruntukan Kawasan	20
2. Pembagian Zona Bising	21
3. Koreksi Tingkat Kebisingan Perkerasan Jalan Dibandingkan	32
4. Efektifitas Pengurangan Tingkat Kebisingan Dari Penghalang	35
5. Kerapatan Material Barrier	37
6. Tingkat reduksi kebisingan dari berbagai bahan material dengan	37
7. Grafik Perjalanan KA dari Stasiun Yogyakarta - Stasiun Maguwo	47
8. Jumlah Penduduk Kelurahan Banguntapan	49
9. Rekapitulasi Analisis Kebisingan Maksimal Kereta Api dan Maksimal Kebisingan Tanpa Kereta Api Hari Pertama sampai Hari Ketujuh pada Jalur Kereta Api antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo	73
10. Rekapitulasi Hasil Simulasi Pengurangan Tingkat Kebisingan Menggunakan <i>Software Noise Tools</i> .	88



DAFTAR GAMBAR

	halaman
1. Kurva Skema Bogie Rel	12
2. Aktual Profil Roda dan Rel	13
3. Pergerakan Aerodinamis	14
4. Beberapa posisi perletakan barrier antara sumber bunyi	36
5. Simulasi Tingkat Kebisingan Dengan Pengurangan <i>Barrier</i>	40
6. Kerangka Penelitian	41
7. Peta Lokasi Titik Pengamatan	43
8. <i>Layout</i> lokasi Titik Pengamatan	43
9. Sketsa Titik Pengukuran	44
10. Titik Pengukuran	44
11. Alat Pengukuran Kebisingan	45
12. Diagram Alir Perhitungan Nilai Tingkat Kebisingan	56
13. Diagram Alir Perhitungan <i>Barrier Attenuation</i>	57
14. Histogram Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Tanpa Kereta Api pada	59
15. Histogram Perbandingan Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Kereta	60
16. Histogram Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Tanpa Kereta Api pada	61
17. Histogram Perbandingan Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Kereta	62
18. Histogram Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Tanpa Kereta Api pada	63
 gram Perbandingan Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Kereta	64
 gram Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Tanpa Kereta Api pada	65

21. Histogram Perbandingan Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Kereta	66
22. Histogram Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Tanpa Kereta Api pada	67
23. Histogram Perbandingan Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Kereta	68
24. Histogram Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Tanpa Kereta Api pada	69
25. Histogram Perbandingan Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Kereta	70
26. Histogram Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Tanpa Kereta Api pada	71
27. Histogram Perbandingan Tingkat Kebisingan (L_{Aeq}) Kereta	72
28. Histogram Rekapitulasi Perbandingan Analisis Tingkat Kebisingan	74
29. Lokasi Eksisting Perancangan <i>Barrier</i>	75
30. Hasil pengeplotan <i>Software Noise Tools</i> Bahan Bata 0.5 m	76
31. Hasil pengeplotan <i>Software Noise Tools</i> bahan Bata 1 m	77
32. Hasil pengeplotan <i>Softare Noise Tools</i> Bahan Beton	78
33. Hasil pengeplotan <i>Softare Noise Tools</i> Bahan Beton	79
34. Hasil pengeplotan <i>Softare Noise Tools</i> Bahan Kayu 0.2 m	81
35. Hasil pengeplotan <i>Softare Noise Tools</i> Bahan Kayu 0.7 m	82
36. Hasil pengeplotan <i>Softare Noise Tools</i> Bahan Metal (Baja) 0.3 m	83
37. Hasil pengeplotan <i>Softare Noise Tools</i> Bahan Metal (Baja) 0.8 m	84
38. Hasil pengeplotan <i>Softare Noise Tools</i> Bahan Fiber 0.4 m	86
39. Hasil pengeplotan <i>Softare Noise Tools</i> Bahan Fiber 0.6 m	87
40. Lokasi Rencana Perancangan <i>Barrier</i>	89
41. Hasil pengeplotan <i>Software Noise Tools</i> untuk Rencana Perancangan <i>Barrier</i>	90



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Grafik Perjalanan KA dari Stasiun Yogyakarta - Stasiun Maguwo
- Lampiran 2 Hasil Barrier Atenuasi dan Baku Mutu Kebisingan
- Lampiran 3 Dokumentasi



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.

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 akan suatu penanganan yang menyeluruh. Kalau dilihat dari lingkungan transportasi perkotaan yang ada, terlepas dari krisis ekonomi yang di alami 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 lalulintas, hilangnya *oportunity 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, privasi, 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 massal, 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

polusi yang paling sedikit bagi lingkungan yaitu sebesar 1%
gkan 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. Sedangkan untuk tingkat getaran dari kereta api yang melintas masih dalam rentang aman untuk bangunan yang terdapat dalam DIN 4150-3:1986.



Berdasarkan dari sumber kebisingan maka terdapat pula berbagai jenis kebisingan baik berdasarkan dari sumbernya biasanya diberikan pada sumber kebisingan tersebut. Pada transmisinya diberikan an kebisingan berupa *barrier*, dan pengendalian bising untuk

penerimanya akan memakai APD (Alat Pelindung Diri) misalnya, *earplug* dan *earmuff*. Maka untuk mengurangi tingkat kebisingan perlu direncanakan penanganan *barrier* pada kawasan pemukiman penduduk dan menggunakan *Software* untuk penanganannya, seperti *Software Noise Tools*.

Pada penelitian ini akan dilakukan rencana penanganan kebisingan dengan menggunakan sebuah penghalang (*Barrier*) diperuntukkan pada kawasan pemukiman yang ada di jalur kereta antara Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo sebagai suatu upaya tindakan akustik untuk mengurangi tingkat kebisingan, dan dapat mencegah kesehatan dan psikologi agar dapat tercipta lingkungan pemukiman penduduk yang nyaman dan tenang. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian sebagai Tugas akhir dengan Judul “**Analisis Pengurangan Tingkat Kebisingan di 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 tingkat kebisingan tanpa kereta api di jalur kereta api antara stasiun Yogyakarta – stasiun Maguwo.
2. Bagaimana mengantisipasi kebisingan yang terjadi pada pemukiman penduduk pada saat kereta api melintas di jalur kereta api antara stasiun Yogyakarta – stasiun Maguwo.

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 pemakaian *Barrier* terhadap tingkat pengurangan kebisingan kereta api pada pemukiman penduduk di jalur 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 dilokasi dan data sekunder berdasarkan dari data PT KAI
2. Pengambilan data difokuskan pada satu jalur yaitu jalur Kereta Api dari arah Stasiun Yogyakarta – Stasiun Maguwo.
3. Data teknis kereta api yang digunakan adalah CC 201, CC 206, dan KRD.
4. 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 di 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 Lingkungan

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.

4. Bagi Masyarakat

Memberikan pengetahuan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan jalur kereta api mengenai tingkat kebisingan dan cara mengatasinya yang telah dihasilkan dari aktivitas-aktivitas yang dihasilkan di sekitar rel.

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 pakai dalam penelitian, berupa peraturan yang berlaku.



BAB III METODOLOGI 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 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 diletakan 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.

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.

Selain itu, Sumber bising kereta api dapat dibagi dalam beberapa jenis sebagai berikut:

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. 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.

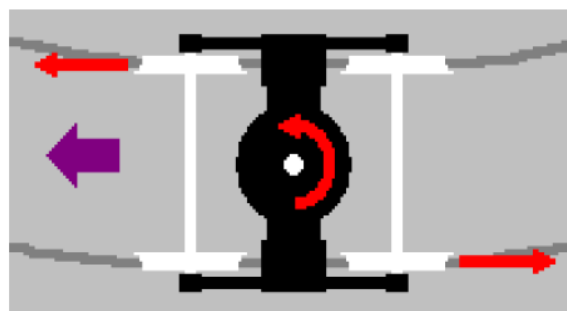
Sulit untuk menentukan secara akurat apakah kebisingan berasal dari roda atau infrastruktur, meskipun diketahui bahwa tingkat kebisingan yang tinggi berasal dari ketidakateraturan roda.

2. Mendengking Roda

Penyebab dengkingan roda adalah kebisingan dilengkung. 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 diilustrasikan dalam Gambar 1.

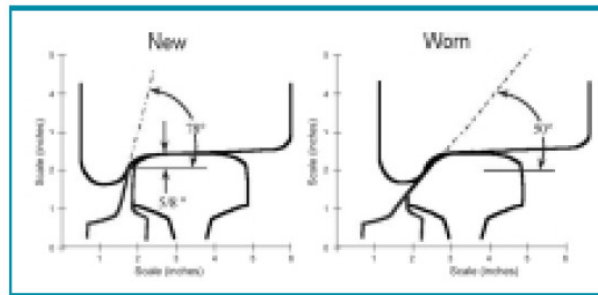


Gambar 1. Kurva Skema Bogie Rel

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 2. Profil roda menyentuh permukaan atas lebih sedikit karena peningkatan keausan. Kebisingan pita frekuensi yang dihasilkan dari roda berkisar 1400-1600 Hz, tergantung pada geometri roda dan rel.



Gambar 2. Aktual Profil Roda dan Rel

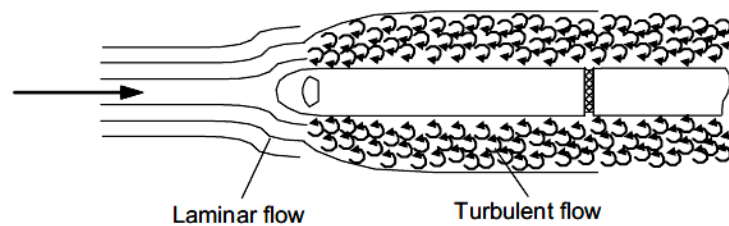
Rentang frekuensi kebisingan dikenal sebagai roda mendengking sekitar 3000-4000 Hz, dan ini suara nada yang sangat tinggi dan tidak menyenangkan untuk pendengaran seseorang. Dengkingan roda terjadi digerbong barang karena tekanan tinggi poros, yang menyebabkan peningkatan roda dan permukaan rel dalam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

3. 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 ke seluruh 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 negatif pada lingkungan.



Gambar 3. Pergerakan Aerodinamis

Kebisingan aerodinamis yang dihasilkan dibagian depan lokomotif, di ruang antara gerbong, Nilai kebisingan aerodinamis dibeberapa 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, periodesitas (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 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 :

a. 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 disekitar telinga. Tinitus bersifat subyektif bila suara tersebut hanya didengar oleh responden sendiri, jenis ini sering terjadi (Arsyad, 2007).

b. 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.

c. 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 disekitar 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 Paroxysmal 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.

d. 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 sensoris yang berasal dari organ-organ tersebut (Arsyad, 2007).

e. Otore

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).

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.

b. 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).

c. 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. FAKTOR KEBISINGAN KERETA API



beberapa faktor yang diasumsikan sebagai penyebab terjadinya kebisingan modelkan tingkat kebisingan kereta api yaitu :

1. Jenis lokomotif kereta api

Tenaga yang biasanya digunakan sebagai penggerak kereta api adalah mesin diesel dan mesin listrik. Untuk menggerakkan kereta api, tenaga yang digunakan berkisar antara ratusan kilowatt sampai dengan megawatt. Untuk tenaga penggerak mesin listrik tingkat kebisingan yang dihasilkan biasanya berasal dari suara kipas pendingin yang digunakan.

2. Kecepatan kereta api

Kecepatan merupakan parameter penting dalam menentukan tingkat kebisingan, dimana semakin tinggi kecepatan maka tingkat kebisingan juga akan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena pada kecepatan tinggi, putaran mesin akan tinggi dan pada putaran mesin yang tinggi akan menghasilkan suara yang keras.

3. Frekuensi kereta/pengoperasian kereta

Semakin banyak frekuensi kereta api yang lewat tentunya akan semakin meningkatkan tingkat kebisingan dari daerah yang dilalui. Jika tingkat kebisingan pada kendaraan dipengaruhi oleh kendaraan yang lewat, semakin tinggi volume lalu lintas maka semakin tinggi tingkat kebisingannya. Hal ini juga dapat digunakan pada moda kereta api, semakin tinggi frekuensi kereta api yang lewat tentunya akan semakin meningkatkan kebisingan yang dihasilkan.

4. Panjang rangkaian kereta api

Biasanya setiap rangkaian kereta api yang dibawa oleh satu lokomotif, baik untuk kereta penumpang maupun kereta barang bervariasi jumlahnya.

H. PENGENDALIAN KEBISINGAN

Secara umum pengendalian kebisingan dilakukan pengurangan dan pengendalian tingkat bising yang dapat dibagi ke dalam tiga aspek, yaitu

(Prihatiningsih, 2008 dalam Prihatiningsih, 2019) :

1. Pengendalian pada sumber

Pengendalian kebisingan pada sumber meliputi :



a. Perlindungan pada peralatan, struktur, dan pekerja dari dampak bising.

b. Pembatasan tingkat bising yang boleh dipancarkan sumber.

Reduksi kebisingan pada sumber biasanya memerlukan modifikasi atau mereduksi gaya-gaya penyebab getaran sebagai sumber kebisingan dan mereduksi komponen-komponen peralatan. Pengendalian kebisingan pada sumber relative lebih efisien dan praktis dibandingkan dengan pengendalian pada lintasan/rambatan dan penerima.

2. Pengendalian pada rambatan

Pengendalian pada media rambatan dilakukan diantara sumber dan penerima kebisingan. Prinsip pengendaliannya adalah melemahkan intensitas kebisingan yang merambat dari sumber ke penerima dengan cara membuat hambatan-hambatan. Ada dua cara pengendalian kebisingan pada media rambatan yaitu *outdoor noise control* dan *indoor noise control*.

3. Pengendalian kebisingan pada manusia

Pengendalian kebisingan pada manusia dilakukan untuk mereduksi tingkat kebisingan yang diterima setiap hari. Pengendalian ini terutama ditujukan pada orang yang setiap harinya menerima kebisingan. Pada manusia kerusakan akibat kebisingan diterima oleh pendengaran (telinga bagian dalam) sehingga metode pengendaliannya memanfaatkan alat bantu yang bias mereduksi tingkat kebisingan yang masuk ke telinga.

I. BAKU MUTU KEBISINGAN

Baku Tingkat Kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak akan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Peraturan Menteri Kesehatan RI No.48 Tahun 1996). Tingkat intensitas kebisingan diukur dan diukur 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 1. berikut.

Tabel 1. 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

Sumber : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (1996)



J. 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 2.

Tabel 2. 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 (1987)

Keterangan :

Zona A = tempat pendelitan, 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.

K. 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 pedesaan. Pemukiman adalah area tanah yang digunakan sebagai an 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.

L. ALAT PENGUKUR KEBISINGAN



Alat untuk mengukur tingkat kebisingan adalah (Feidihal, 2007):

sound level meter. Alat ini dapat mengukur kebisingan antara 30-130 dB(A) dan frekuensi 20-20.000 Hz. Alat ini terdiri dari mikropon, alat penunjuk elektronik, amplifier, dan terdapat tiga skala pengukuran, yaitu:

a. Skala A

Untuk memperlihatkan kepekaan yang terbesar pada frekuensi rendah dan tinggi yang menyerupai reaksi untuk intensitas rendah.

b. Skala B

Untuk memperlihatkan kepekaan telinga terhadap bunyi dengan intensitas sedang.

c. Skala C

Untuk bunyi dengan intensitas tinggi. Alat ini dilengkapi dengan *Oktave Band Analyzer*.

2) *Oktave band analyzer*

Alat ini untuk mengukur analisa frekuensi dari suatu kebisingan yang dilengkapi dengan filter-filter menurut *Oktave*.

3) *Narrow band analyzer*

Alat ini dapat mengukur analisa frekuensi yang lebih lanjut atau disebut juga analisa spektrum singkat.

4) *Tape recorder* kualitas tinggi

Untuk mengukur kebisingan yang terputus-putus, bunyi yang diukur direkam dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisa. Alat ini mampu mencatat frekuensi 20 Hz-20 KHz.

5) *Impact noise analyzer*

Alat ini dipakai untuk kebisingan implusif.

6) *Noise logging dosimeter*

Alat ini untuk menganalisa kebisingan dalam waktu 24 jam dan dianalisa dengan menggunakan komputer sehingga didapatkan grafik tingkat kebisingan.

M. METODE PENGUKURAN TINGKAT KEBISINGAN



Metode pengukuran tingkat kebisingan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996 adalah sebagai

1) Pengukuran Dengan Cara Sederhana

Pengukuran dengan cara ini menggunakan Sound Level Meter selama 10 menit pembacaan setiap 5 detik yang akan menghasilkan tingkat kebisingan dalam satuan desibel (dB).

2) Pengukuran dengan Cara Langsung

Yaitu pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan sebuah *Integrating Sound Level Meter* yang memiliki fasilitas pengukuran L_{TM5} , yaitu Leq dengan intensitas pengukuran selama 10 menit pembacaan setiap 5 detik.

Selain itu, pengukuran polusi suara terhadap kebisingan yang ditimbulkan oleh alat-alat yang digunakan di tempat kerja dapat dilakukan langsung dilokasi pekerjaan dengan cara berikut ini (Fadilah, 2016) :

1) Pengukuran dengan peta kontur

Dengan menggambarkan kondisi kebisingan pada kertas berskala, selanjutnya pengukuran dengan cara ini menggunakan kode pewarnaan sebagai petunjuk tingkat kebisingan.

- a. Kebisingan < 85 dB digambarkan dengan warna hijau
- b. Kebisingan > 90 dB digambarkan dengan warna orange
- c. Kebisingan antara 85-90 dB digambarkan dengan warna kuning

2) Pengukuran dengan Grid

Terlebih dahulu membuat contoh data kebisingan pada suatu wilayah yang ingin kita ketahui, selanjutnya membuat titik-titik sampel dengan interval yang sama pada semua lokasi. Pada akhirnya akan terbentuk kotak-kotak yang memiliki besar yang sama, yang nantinya akan diberi tanda dengan baris dan kolom agar lebih mudah mengidentifikasinya.

3) Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran ini dilakukan hanya pada beberapa tempat yang dianggap tingkat kebisingannya melebihi nilai ambang batas (NAB). sebelumnya tentukan terlebih dahulu pada ketinggian berapa dan jarak



berapa jauh dari sumber kebisingan dan letak dari alat mikrofon, agar intensitas bunyi atau kebisingan dapat terbaca langsung pada layar alat.

N. MENGUKUR TINGKAT KEBISINGAN

Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mengukur tingkat kebisingan yaitu (Arifin, 2017) :

1) Cara pemakaian alat *sound level meter*

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan menggunakan alat *sound level meter* yaitu untuk mengukur tingkat tekanan bunyi selama 10 menit untuk tiap jamnya. Adapun langkah-langkah pengukuran tingkat kebisingan adalah sebagai berikut:

- a. *Sound level meter* diletakkan pada lokasi yang tidak menghalangi pandangan pengguna dan tidak ada sumber suara asing yang akan mempengaruhi tingkat kebisingan.
- b. *Sound level meter* sebaiknya dipasang pada *tripod* agar posisinya stabil.
- c. Pengguna *sound level meter* sebaiknya berdiri pada jarak 0,5 m dari alat agar tidak terjadi efek pemantulan yang mempengaruhi penerimaan bunyi.
- d. *Sound level meter* ditempatkan pada ketinggian 1,2 m dari atas permukaan tanah dan sejauh 4,0 - 15,0 m dari permukaan dinding serta objek lain yang akan memantulkan bunyi untuk menghindari terjadinya pantulan dari benda-benda permukaan di sekitarnya.
- e. Hasil rekaman data menggunakan *sound level meter* disimpan dalam *laptop* yang terhubung dengan *sound level meter*.

2) Teknik Pengukuran

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan pengukuran, tahapan tersebut diawali dari tahap persiapan hingga tahap pelaksanaan pengukuran. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut :



- a. Menetapkan titik pengukuran pada ruas rel kereta api berdasarkan peta jaringan jalan dan hasil survey pendahuluan.
- b. Mempersiapkan peralatan-peralatan yang nantinya akan digunakan untuk pengukuran serta menempatkan operator yang akan mengoperasikan peralatan yang digunakan.
- c. Mencatat kondisi lingkungan dari titik pengukuran pada ruas rel kereta api dan mengidentifikasi jenis rel kereta api melalui pengamatan langsung serta mencatat karakteristik sekitar rel kereta api.
- d. Mengukur tingkat kebisingan setelah kereta api melintas menggunakan alat *sound level meter*.
- e. Lama pengukuran disesuaikan dengan tingkat kebisingan prediksi yang diinginkan.

O. ANALISA TINGKAT 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.

a. Jangkauan atau Range

$$R = \text{Data max} - \text{Data min} \quad (1)$$

b. Banyaknya Kelas

$$k = 1 + 3.3 \log (n) \quad (2)$$

c. Interval

$$I = R / k \quad (3)$$

d. Titik Tengah Interval Kelas



$$\text{Titik tengah} = (BB+BA) / 2 \quad (4)$$

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 6 hingga 19 berikut ini (Hattam, 2019).

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

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

t_i = Lamanya waktu dengan tingkat kebisingan L_i
 (5)
 $T = t_1 + t_2 + \dots$

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

a. Untuk L_{90}

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 10% dari data pengukuran (L_{90}) dengan Persamaan 6:

$$\text{Nilai A} = 10\% \times N \quad (6)$$

Nilai A digunakan untuk mengetahui jumlah data frekuensi yang dicari



10% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{90} \text{ awal} = I(B_0) + (B_1)X = 0.1 \times I \times 100 \quad (7)$$

Dimana:

I : Interval data

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

B₁ : % setelah 90

$$L_{90} = I_0 + X \quad (8)$$

Dimana:

I₀ : Interval akhir

b. Untuk L₅₀:

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 50% dari data pengukuran (L₅₀) dengan Persamaan 9:

$$\text{Nilai } A = 50\% \times N \quad (9)$$

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

50% : Hasil pengukuran dari 100%

N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{50} \text{ awal} = I(B_0) + (B_1)X = 0.5 \times I \times 100 \quad (10)$$

Dimana:

I : Interval data

X : Jumlah data yang tidak diketahui

B₀: Jumlah % sebelum 50

B₁: % setelah 50

$$L_{50} = I_0 + X \quad (11)$$

Dimana:

I₀ : Interval akhir

c. Untuk L₁₀:



Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 90% dari data pengukuran (L₁₀) dengan Persamaan 12:

$$\text{Nilai } A = 90\% \times N \quad (12)$$

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

90% : Hasil 90 % pengukuran dari 100%
N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{10} \text{ awal} = I(B_0) + (B_1)X = 0.9 \times I \times 100 \quad (13)$$

Dimana:

I : Interval data
X : Jumlah data yang tidak diketahui
B0 : Jumlah % sebelum 10
B1 : % setelah 10

$$L_{10} = I_0 + X \quad (14)$$

Dimana:

I₀ : Interval akhir

d. Untuk L_1 :

Tingkat kebisingan mayoritas yang muncul adalah 99% dari data pengukuran (L_1) dengan Persamaan 15:

$$\text{Nilai } A = 99\% \times N \quad (15)$$

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

99% : Hasil 99% pengukuran dari 100%
N : Jumlah data keseluruhan

$$\text{Nilai } L_{10} \text{ awal} = I(B_0) + (B_1)X = 0.99 \times I \times 100 \quad (16)$$

Dimana:

I : Interval data
X : Jumlah data yang tidak diketahui
B₀ : Jumlah % sebelum 1
B₁ : % setelah 1

$$L_1 = I_0 + X \quad (17)$$

Dimana:



(: Interval akhir

Untuk nilai L_{Aeq} dapat dihitung seperti pada persamaan 18 dibawah ini

$$L_{Aeq} = L_{50} + 0,43 (L_1 - L_{50}) \quad (18)$$

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 19.

$$L_{Aeq1day} = 10 \times \log (10) \times \left(\frac{1}{\frac{jam}{hari}} \times 10^{\frac{LAeq1}{10}} + \dots + 10^{\frac{LAeqn}{10}} \right) \quad (19)$$

P. PENGHALANG (*BARRIER*) UNTUK MENGATASI KEBISINGAN

Noise barrier merupakan metode yang paling efektif untuk mengurangi tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin kendaraan (seperti di jalan raya, di jalan rel, dan bandar udara) dan sumber kebisingan industri tanpa menghentikan aktivitas penggunaan kontrol sumber (Eka dan Rianto,2017).

Penanganan kebisingan pada jalur perambatan suara umumnya dilakukan dengan pemasangan peredam bising. Peredam bising dapat berupa penghalang alami (*natural barrier*) dan penghalang buatan (*artificial barrier*). Penghalang alami biasanya menggunakan berbagai kombinasi tanaman dengan gundukan (berm) tanah, sedangkan penghalang buatan dapat dibuat dari berbagai bahan, seperti tembok, kaca, kayu, aluminium, dan bahan lainnya. Untuk mencapai kinerja yang memadai, bahan yang digunakan sebagai penghalang sebaiknya memiliki rasio berat luas minimum 20 kg/m^2 (Departemen Pekerjaan Umum, 2005).

Jenis-jenis penghalang buatan merupakan pilihan yang sesuai untuk lokasi-lokasi jalan tol, arteri, dan jembatan-jembatan. Agar bangunan peredam bising dapat bekerja dengan baik, maka bangunan itu harus cukup tinggi dan

untuk mengurangi propagasi bising ke pendengar, misalnya untuk rumah di permukaan yang jauh lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan



maka pembangunan peredam bising perlu dibangun lebih tinggi (Departemen Pekerjaan Umum, 2005).

Berdasarkan pedoman Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2005 penanganan kebisingan yaitu :

1. Penanganan kebisingan pada sumber

Penanganan kebisingan pada sumber bising dapat dilakukan melalui beberapa hal, antara lain:

1) Pengaturan Lalu Lintas

Pengaturan dimaksudkan untuk mengurangi volume lalu lintas kendaraan yang lewat. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan rekayasa lalu lintas pembangunan jalan lingkar untuk mengurangi beban jaringan jalan perkotaan dan lain-lain. Pengaturan lalu lintas yang baik dapat mengurangi tingkat kebisingan antara 2 s/d 5 dba.

2) Pembatasan kendaraan berat

Kendaraan berat memberikan pengaruh yang besar terhadap tingkat kebisingan akibat lalu lintas. Dengan melakukan pembatasan jenis kendaraan pada kawasan sensitive yang ada. Pembatasan kendaraan berat sebesar 10% dapat menurunkan tingkat kebisingan hingga 3,5 dba.

3) Perbaikan kelandaian jalan

Kelandaian jalan berpengaruh langsung terhadap tingkat kebisingan. Pengurangan kelandaian setiap 1% dapat mengurangi tingkat kebisingan sebesar 0,3 dba.

4) Pemilihan jenis perkerasan jalan

Pada kecepatan diatas 80 km/jam, penggantian perkerasan aspal beton padat (berbutir tidak seragam) dengan perkerasan aspal terbuka (berbutir seragam) dapat mengurangi tingkat kebisingan lalu lintas sampai 4 dba. Koreksi tingkat kebisingan akibat penggunaan berbagai jenis perkerasan yang lain secara relative terhadap lapis perkerasan aspal beton padat dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Koreksi Tingkat Kebisingan Perkerasan Jalan Dibandingkan dengan Perkerasan Aspal Padat

Jenis Lapis Perkerasan	Koreksi Tingkat Kebisingan dBA
Burdu/burtu (Chip Seal)	+4,0
Beton Semen Portland	0 s/d +3,0
Overlay camp aspal dingin	+0,2
Beton semen Portland agregat dieskpose	-0,5 s/d +3,0
Perkerasan aspal mastic batu	-3,5 s/d -2,0
Perkerasan aspal beton terbuka (berbutir seragam)	-4,5 s/d -0

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum (2005)

Dalam penelitian ini, simulasi dilakukan dengan bahan dan bentuk BPB yang umum telah digunakan hingga saat ini. Pemilihan desain dan material yang digunakan dalam membuat BPB sangat penting dan harus memenuhi syarat BPB, yaitu tahan korosi, tahan api, kuat dan kokoh, tahan vandalisme serta dapat mereduksi maksimal kebisingan. Bahan penghalang yang digunakan sebagai berikut.

1. Beton dan Batu Merah

Bangunan Peredam Bising (BPB) yang sering digunakan terbuat dari beton atau bata merah. Keuntungan menggunakan bahan ini yakni mudah dirancang dan dibangun, juga mudah dalam perawatan serta perbaikan. Beton dan bata merah merupakan BPB bersifat reflektif yang biasanya berbentuk panel. Ketebalan beton dan bata merah berkisar antara 9–20cm dengan surface density sekitar 200–400kg/m² (HDH, 2003). Bahan ini memiliki nilai impedansi suara yang tinggi sehingga memiliki nilai transmission loss yang cukup besar. Namun, meskipun mudah dalam perawatan, biaya yang dikeluarkan untuk membuat BPB menggunakan beton dan bata merah relatif mahal. Belum lagi kenyamanan visual akan terganggu karena



pemandangan sekitar terhalangi BPB. Seringkali BPB beton dan bata merah dimodifikasi dengan vegetasi (HDH, 2003).

Batu bata merah atau biasa di sebut batu bata adalah batu produksi yang berasal dari tanah liat yang di padatkan dan di cetak, dijemur sejumlah hari lalu dihanguskan sampai matang, sampai-sampai tidak bisa hancur lagi bila direndam dalam air. Bata merah pada lazimnya berbentuk prisma tegak padat (pejal) dengan penampang empat persegi panjang. Ada pun batu bata merah yang berlubang- lubang, bata merah semacam ini kebanyakan dipakai untuk pasangan dinding peredam suara, karena bata yang memiliki lubang atau pori tidak memantulkan suara.

Untuk pengaplikasian *barrier* susunan bata, sudah dicoba pada kampung Pengok dan kampung Sapen yang ditambahkan dengan *façade* agar pengurangan kebisingannya dapat diminimalisir.

2. Material Transparan

Material transparan seperti plexiglass, acrylic, dan material sintesis lainnya juga digunakan sebagai bahan BPB. Bahan-bahan ini bersifat transparan sehingga pemandangan kita tidak terganggu, juga memungkinkan cahaya masuk melewati bahan. Bentuk BPB akan lebih dinamis jika menggunakan bahan sintesis. BPB berbahan transparan biasa digunakan dalam bentuk lengkung atau semi melingkar.

Kekurangannya adalah BPB dengan material ini mudah rusak, terutama jika terjadi vandalisme. Terkadang laminasi juga perlu dilakukan agar bahan tidak mudah kotor dan tidak terjadi fenomena listrik statis pada BPB (HDH, 2003).

3. Baja ringan

BPB berbahan metal mudah dibentuk dan diwarnai. Ketebalan metal yang biasa digunakan umumnya sekitar 1-2 mm. BPB berbahan metal bisa digabung dengan material penyerap suara, misalnya pada BPB metal yang berlubang mana didalamnya terdapat bahan penyerap suara. BPB metal juga bisa kombinasi dengan vegetasi. Material metal yang dipilih untuk BPB adalah



bahan yang tidak mudah korosi, seperti aluminium, baja ringan, stainless dan umumnya bahan metal sering kita jumpai secara komersial di pasar-pasar Indonesia (HDH, 2003). Akan tetapi untuk bahan ini tidak cocok untuk ditempatkan di pemukiman padat penduduk karena rawan vandalisme dan pencurian bahan.

4. Berm

Berm (berupa tanggul dipinggir jalan atau lereng) adalah bangunan terbuat dari material alam seperti tanah, batu, puing-puing, dan sebagainya. Bangunan tipe ini biasanya dibangun dengan melihat kondisi material yang ada pada lokasi proyek atau material yang berasal dari tempat lain. Ketersediaan sumber material akan berpengaruh signifikan terhadap biaya pembangunan bangunan peredam bising. Tipe ini pada umumnya membutuhkan ruang yang cukup besar bila dibandingkan dengan bangunan peredam bising yang menggunakan dinding baik yang terbuat dari metal, beton, batu bata atau material lainnya. Kondisi ini terjadi karena bangunan tipe ini membutuhkan kemiringan tertentu sehingga kestabilan bangunan menjadi terjamin. Penggunaan berm biasa kita jumpai di daerah jalan tol yang memiliki lahan yang luas. Di daerah dengan lahan yang sempit, berm dengan ukuran besar bisa diganti dengan BPB berukuran kecil yang memiliki tingkat keefektifan yang lebih tinggi.

Efektifitas bangunan peredam kebisingan sangat dipengaruhi oleh bahan dan dimensi bangunan. Efektifitas bangunan rata-rata berdasarkan uji laboratorium untuk zona bayang-bayang menurut Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2005 dilihat pada Tabel 4.



Tabel 4. Efektifitas Pengurangan Tingkat Kebisingan Dari Penghalang Buatan

Type	Bahan	Dimensi L=Lebar minimum H=Tinggi minimum	Efektifitas IL=db
Peghalang Menerus	a. Penghalang dari susunan bata b. Beton Bertulang c. Kayu dengan atau tanpa bahan penyerap d. Alumunium atau baja dengan bahan penyerap e. Fiber	a. L = 0,5 m H = 2,5 m b. L = 0,35 m H = 3-4 m c. L = 0,30 m H = 2-3 m d. L = 0,3 m H = 4-5 m e. L = 0,5 m H = 3-4 m	a. Baik IL = 15-16 b. Baik- Optimum c. Baik IL = 18-19 d. Optimum IL = 20-22 e. Baik IL = 16-17
Penghalang tidak menerus	a. Beton bertulang b. Alumunium atau baja dengan bahan penyerap c. Kombinasi bahan a dan b dengan fiber	a. L = 1-2 m H = 3-4 m b. L = 1,0 m H = 3-4 m c. L = 2,0 m H = 3-4 m	a. Optimum IL = 17-18 b. Optimum IL = 18-19 c. Optimum IL = 20-22
Kombinasi Penghalang menerus dan tidak menerus	a. Penghalang dari susunan bata b. Beton bertulang c. Kayu dengan atau tanpa bahan penyerap d. Alumunium atau baja dengan bahan penyerap e. Fiber f. Beton bertulang g. Alumunium atau baja dengan bahan penyerap h. Kombinasi bahan a dan B dengan fiber	a. L = 0,5 m H = 2,5 m b. L = 0,35 m H = 3-4 m c. L = 0,30 m H = 2-3 m d. L = 0,3 m H = 4-5 m e. L = 0,5 m H = 3-4 m f. L = 1-2 m H = 3-4 m g. L = 1,0 m H = 3-4 m h. L = 2,0 m H = 3-4 m	a. Baik IL = 15-16 b. Baik Optimum IL = 17-19 c. Baik IL = 18-19 d. Optimum IL = 20-22 e. Optimum IL = 16-17 f. Optimum IL = 17-18 g. Optimum IL = 18-19 h. Optimum IL = 20-22
Penghalang arsitektur	Gabungan dari design bentuk dan design warna yang artistic	L = Variabel dari 0,5 m H = Variabel	Baik IL = 14-16

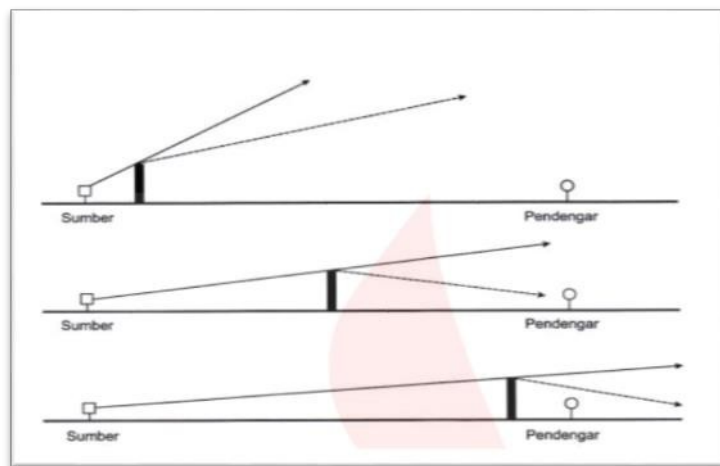
Sumber : OECD dalam Vera G. Sanoe dan Andri Aditya Hidayat (2011)



aktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam merencanakan penghalangan (*barrier*) antara lain:

1. Posisi/Perletakan

Posisi yang dimaksud adalah jarak penghalang dengan bangunan. Pada tempat yang lapang, jarak bias dengan mudah diatur. Namun ketika dihadapkan dengan lahan yang sempit diperlukan pagar keliling depan bangunan yang menghadap jalan raya untuk mengurangi kebisingan. Perletakan posisi pinti gerbang sebaiknya menghadap bagian bangunan yang kosong, atau lapang, dan tidak memerlukan ketenangan yang lebih dari ruangan lain (Eka dan Rianto, 2017).



Gambar 4. Beberapa posisi perletakan barrier antara sumber bunyi dengan pendengar

2. Faktor berat dan kerapatan material

Menurut teori perambatan gelombang bunyi, material alam atau material bangunan yang memiliki berat tertentu lebih baik dalam meredam bunyi. Berat yang dimiliki tiap material, mendukung material tersebut untuk bertahan pada posisinya agar tidak mudah mengalami resonansi sehingga tidak meneruskan perambatan bunyi ke balik pembatas. Semakin berat dan tebal material atau lapisan material yang digunakan, maka semakin baik kemampuan redamnya, tidak hanya menekan terjadinya resonansi, namun juga karena lebih mampu menyerap energi bunyi yang masuk melalui pori-porinya, dibandingkan material yang ringan (Ajeng, 2013).



Tabel 5. Kerapatan Material Barrier

Material	Surface Density	
	Tebal (Lb/ft ² /in)	Tebal (kg/m ² /cm)
Brick	10-12	19-23
Cinder concrete	8	15
Dence concete	12	23
Wood	2-4	4-8
Common glass	15	29
Lead sheets	65	125
Gypsum	5	10

Desain konstruksi bangunan juga termasuk dalam pengendalian barrier atau penghalang. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam konstruksi bangunan sebagai dasar menentukan konstruksi bangunan. Tabel 4 dibawah ini terdapat data tingkat reduksi kebisingan dari berbagai material dengan ketebalan tertentu.

Pengurangan tingkat kebisingan dengan *barrier* yaitu, hasil dari total simulasi skenario yang akan dikurang berdasarkan tingkat reduksi kebisingan dari berbagai material dan ketebalan tertentu (Bruel (1984) dalam Sembodo (2004) dan Santoso).

Tabel 6. Tingkat reduksi kebisingan dari berbagai bahan material dengan ketebalan tertentu

No.	Bahan	Tingkat Reduksi Kebisingan (dB)			
		Ketebalan			
		3 mm	5 mm	10 mm	20 mm
1	Kaca	5-10 dB	7-15 dB	19-20 dB	15-25 Db
	Kayu Tripleks/Kayu	5-9 dB	9-12 dB	10-15 dB	12-20 Db
	Baja	10-15 dB	12-20 dB	15-25 dB	22-32 Db



No.	Bahan	Tingkat Reduksi Kebisingan (dB)			
		Ketebalan			
		3 mm	5 mm	10 mm	20 mm
4	Beton	8-12 dB	10-18 dB	12-20 dB	18-25 Db
5	Fiber Glass	9-15 dB	9-14 dB	12-25 dB	20-30 Db

3. Dimensi

Dimensi yang dimaksud mempunyai dua unsur, yaitu ketebalan dan ketinggian. Pada kondisi bangunan sejajar dengan ketinggian jalan, maka jarak antara bangunan dan penghalang buatan lebih gampang diatur. Namun ketika bangunan lebih tinggi konturnya daripada jalan, maka ketinggian penghalang menjadi faktor utama

Gelombang bunyi yang berdefraksi ketika melewati penghalang. Jadi untuk mendapatkan *barrier* yang maksimal, *barrier* sebaiknya lebih tinggi daripada dinding bangunan terdekat. Selain itu bias diakali dengan memberikan ruang lapang dibelakang *barrier* sehingga difraksi bunyi jatuh ke ruang lapang tersebut, tidak langsung menabrak dinding bangunan (Eka dan Rianto, 2017).

4. Frekuensi

Frekuensi sangatlah berkaitan erat dengan indera pendengaran manusia karena memiliki tingkat respon yang berbeda-beda untuk dapat menangkap frekuensi tertentu. Demikian pula halnya dengan bahan-bahan akustik yang memperoleh perlakuan yang berbeda-beda tergantung kegunaan bahan-bahan tersebut. Biasanya digunakan untuk teknik-teknik perancangan pengendalian bunyi (Eka dan Rianto, 2017).

Q. SOFTWARE NOISE TOOLS



oise Tools merupakan *sound Propagation Calculator* di perbaharui pada 2018 dari MAS *Enviromental*. MAS *Enviromental* adalah konsultan

independen di bidang kesehatan dan pelatihan lingkungan yang berbasis di Inggris.

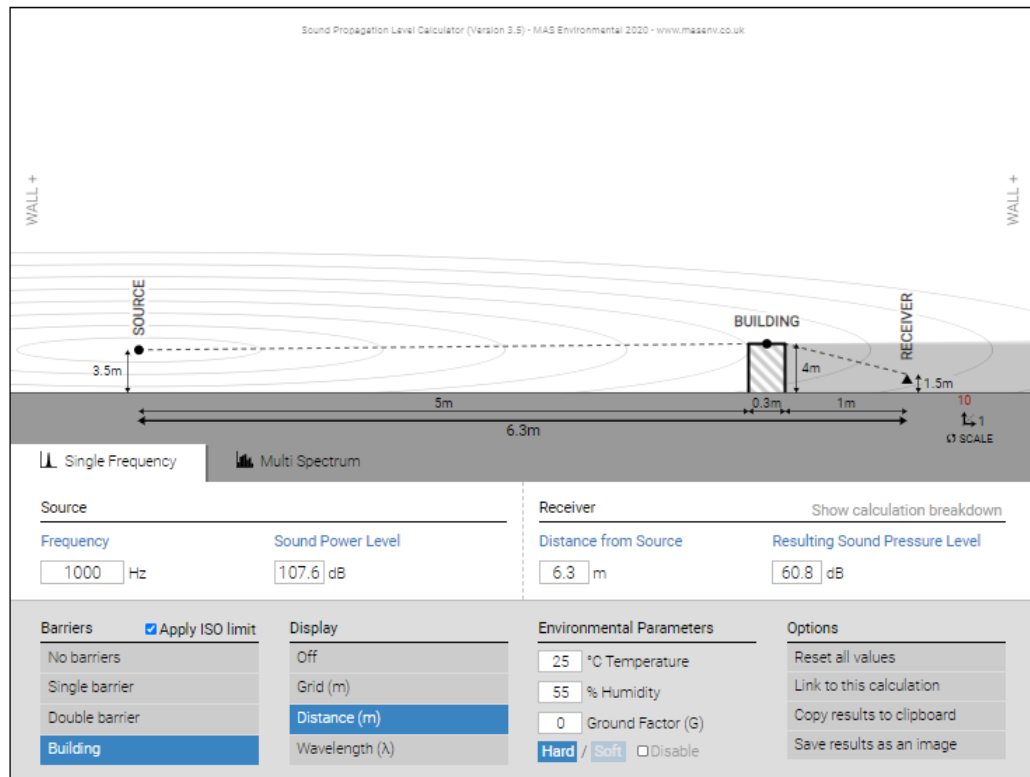
Kalkulator tingkat propagasi suara dengan interaktif. Untuk menghitung tingkat tekanan suara dari satu sumber kebisingan dengan mempertimbangkan pelemahan suara karena jarak yang digunakan, penyisipan hingga dua hambatan, efek tanah dan penyerapan udara dan menggunakan metode perhitungan ISO 9613.

ISO 9613 merupakan standar internasional yang menjelaskan metode untuk menghitung redaman suara selama propagasi di luar ruangan untuk memprediksi tingkat kebisingan pada jarak berbagai sumber.

Pengurangan tingkat kebisingan dengan menggunakan *Software Noise Tools* (<http://noisetools.net/noisecalculator2>) dengan cara *Noise Calculator* secara online sehingga memunculkan besar barrier atenuasi. Pada simulasi tingkat kebisingan dengan pengurangan *barrier* menggunakan *Software Noise Tools* terdapat beberapa parameter yang harus di ketahui sehingga keluaranya berapa besar atenuasi barrier yang dihasilkan diantaranya temperatur atau suhu suatu daerah, kelembaban, dan kondisi tanah tempat pengukuran sesuai lokasi tanah yang terdapat tergolong jenis tanah keras.

Menurut ISO 9613-2:1996 untuk tanah menggunakan $G = 0$ karena memantulkan gelombang suara. Contohnya termasuk jalan dan area beraspal. Gelombang suara direduksi oleh *barrier* tergantung pada frekuensi yang lebih rendah lebih sedikit terpengaruh. Semakin besar perbedaan jalur, semakin efektif *barrier* tersebut. Aturan umum di sebutkan bahwa penghalang (*barrier*) tunggal setinggi mata dengan sumber dan penerima akan mengurangi tingkat kebisingan sebesar 5 dB. Pada pedoman ISO9613-2:1996 hanya mempertimbangkan hingga dua layar. Dalam hal lebih dari ini, pilih dua yang paling efektif dan abaikan yang lainnya dan juga menyatakan bahwa penghalang dibatasi hingga 20 dB untuk *barrier* tunggal dan 25 dB untuk dua barrier dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Simulasi Tingkat Kebisingan Dengan Pengurangan *Barrier* yang Mengacu Pada *Software Noise Tools*

Untuk perposes bagian ISO 9613 ini, atenuasi oleh penghalang, Sebuah bar harus diberikan oleh kerugian sisipan. Difraksi di atas tepi atas dan di sekitar tepi vertikal penghalang mungkin keduanya penting. untuk propagasi suara melawan arah angin. efek difraksi dalam desibel pada tepi atas harus dihitung oleh

$$A_{bar} = D_z - A_{gr} > 0 \tag{20}$$

dan untuk difraksi di sekitar tepi vertikal oleh

$$A_{bar} = D_z > 0 \tag{21}$$

Dimana:

D_z = adalah redaman penghalang untuk setiap pita oktaf

A_{gr} = adalah redaman tanah tanpa adanya penghalang

