

Penggunaan *Pseudosa japonica* (Bambu Jepang) sebagai Sound Barrier Alami di Markas Militer Komando Pasukan Khusus

Aziz Faza Hargiyanto¹, Euis Nurul Hidayah^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur, Kota Surabaya, Indonesia

Email: ¹brigadatar26@gmail.com, ^{2*}euisnh.tl@upnjatim.ac.id

Abstract

*The development of the times will always be accompanied by an increase in population, so infrastructure and a comfortable place to live are needed. However, currently many residential areas are close to public facilities such as stations, highways, airports, and so on. This condition causes noise intensity. Noise intensity can cause health, psychological, communication and productivity problems. Noise is a source of anxiety or pollution, especially in big cities in Indonesia. So, efforts are needed to deal with this. One solution is a natural barrier using Japanese bamboo plants (*Pseudosa japonica*). Noise measurements are carried out based on the Decree of the Minister of the Environment Number 48 of 1996, namely in a simple way. This research aims to determine the effect of using noise dampening using Japanese bamboo plants and the factors that influence it. From the measurements and tests that have been carried out, it is concluded that this barrier can have a significant influence on noise reduction. Noise has little effect on temperature and altitude. The reason is the position of the building is still higher than the position of the bamboo plants which serve as barriers. The highest Ls values are found on Mondays and Saturdays because these 2 days are the start of community activities and the start of holidays. Based on these results, it is necessary to improve the source and arrangement of Japanese bamboo plants according to technical instructions.*

Keywords: Noise, Japanese Bamboo, Natural Barriers, Temperature, Elevation.

Abstrak

Perkembangan zaman akan selalu diiringi dengan peningkatan jumlah populasi penduduk, sehingga diperlukan infrastruktur dan tempat tinggal yang nyaman. Namun, kondisi saat ini banyak pemukiman penduduk yang berdampingan dengan fasilitas umum seperti stasiun, jalan raya, bandara, dan sebagainya. Kondisi tersebut menyebabkan adanya intensitas kebisingan. Intensitas kebisingan dapat menyebabkan gangguan kesehatan, psikologis, komunikasi, dan produktivitas. Kebisingan menjadi keresahan atau polusi terutama di kota-kota besar Indonesia. Sehingga diperlukan upaya untuk menangani hal tersebut. Salah satu solusinya yaitu dengan *natural barrier* menggunakan tanaman bambu jepang (*Pseudosa japonica*). Pengukuran kebisingan dilakukan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 tahun 1996 yaitu dengan cara yang sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan penghalang kebisingan menggunakan tanaman bambu jepang beserta faktor yang mempengaruhinya. Dari pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan menghasilkan kesimpulan bahwa *barrier* tersebut dapat mempengaruhi reduksi kebisingan secara signifikan. Kebisingan tidak terlalu berpengaruh terhadap suhu dan elevasi. Hal ini dikarenakan posisi bangunannya masih lebih tinggi daripada posisi tanaman bambu yang dijadikan barrier. Nilai Ls tertinggi terdapat pada hari Senin dan Sabtu dikarenakan 2 hari tersebut menjadi awal kegiatan masyarakat dan memulai hari libur. Berdasarkan hasil tersebut diperlukan perbaikan sumbernya dan penyusunan tanaman bambu jepang sesuai pedoman teknis.

Kata Kunci: Kebisingan, Bambu Jepang, Penghalang Alami, Suhu, Elevasi.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman saat ini diikuti dengan pertumbuhan populasi penduduk yang tinggi. Pada era sekarang pemerintah gencar melakukan pembangunan infrastruktur sebagai sarana kehidupan masyarakat. Namun, banyak kondisi pemukiman penduduk yang dibangun berdampingan dengan fasilitas umum seperti rel kereta api, jalan raya, dimana hal tersebut menyebabkan intensitas kebisingan yang bervariasi.

Salah satu bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu serta dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan dinamakan kebisingan (Balirante et al., 2020). Sumber kebisingan merupakan asal usul bunyi yang kehadirannya mengganggu pendengaran baik dari sumber yang aktif maupun diam, salah satunya kegiatan lalu lintas (Bunn & Zannin, 2016; Gozalo et al., 2020; Mohamed et al., 2020) (Endrianto, 2023).

Jika suara bising yang diterima semakin intens, maka resikonya semakin nyata dalam rentang kurun waktu tertentu. Apabila semakin padat volume suatu kendaraan, maka kendaraan tersebut tidak mampu berjalan dengan cepat, sehingga menimbulkan suara dengan kebisingan yang tinggi akibat kinerja mesin yang dijalankan (Rahmatunnisa et al., 2017).

Kebisingan termasuk salah satu permasalahan lingkungan di kota-kota besar di Indonesia, terutama yang bersumber dari emisi kendaraan bermotor (Kamal, 2024). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996, akibat dari paparan polusi kebisingan dapat menimbulkan berbagai macam gangguan seperti gangguan tidur, psikologis hingga stress.

Intensitas bising yang tinggi juga dapat mengakibatkan hilangnya konsentrasi, hilangnya keseimbangan dan disorientasi, kelelahan, gangguan komunikasi, gangguan faal tubuh, serta adanya efek visceral (Sari et al., 2021). Studi epidemiologi menemukan bahwa kebisingan transportasi meningkatkan risiko morbiditas dan mortalitas kardiovaskular (Begou et al., 2020), dengan bukti berkualitas tinggi mengenai penyakit jantung iskemik (Münzel et al., 2021). Selain itu juga menyebabkan gangguan tidur (Sygna et al., 2014), sindrom metabolismis (Yu et al., 2020), risiko diabetes (Roswall et al., 2018), dan obesitas (Foraster et al., 2018) (Yang et al., 2020). Meskipun dampaknya signifikan, permasalahan lingkungan yang terkait dengan polusi suara masih belum terselesaikan (Iglesias-Merchan et al., 2021), sehingga diperlukan inovasi yang dapat diterapkan sebagai solusi.

Salah satu tindakan tepat ialah dengan menggunakan *sounds barrier* buatan maupun alami, dimana *natural barrier* digunakan dengan memanfaatkan tanaman sebagai media. Penggunaan vegetasi sebagai peredam kebisingan telah banyak dilakukan dan sering kali menggunakan tanaman pucuk merah (*Syzygium paniculatum*) yang memiliki efisiensi 6,06% dan tanaman asoka (*Sarasa aska*) dengan efisiensi 5,88% (Putri & Natalina, 2022).

Polusi kebisingan di lalu lintas dapat berkurang 50% saat vegetasi ditingkatkan dari pola penanaman minimal ke sedang dan tidak terjadi pengurangan tingkat kebisingan saat vegetasi ditingkatkan lebih lanjut menjadi intensitas yang padat (Ow & Ghosh, 2017).

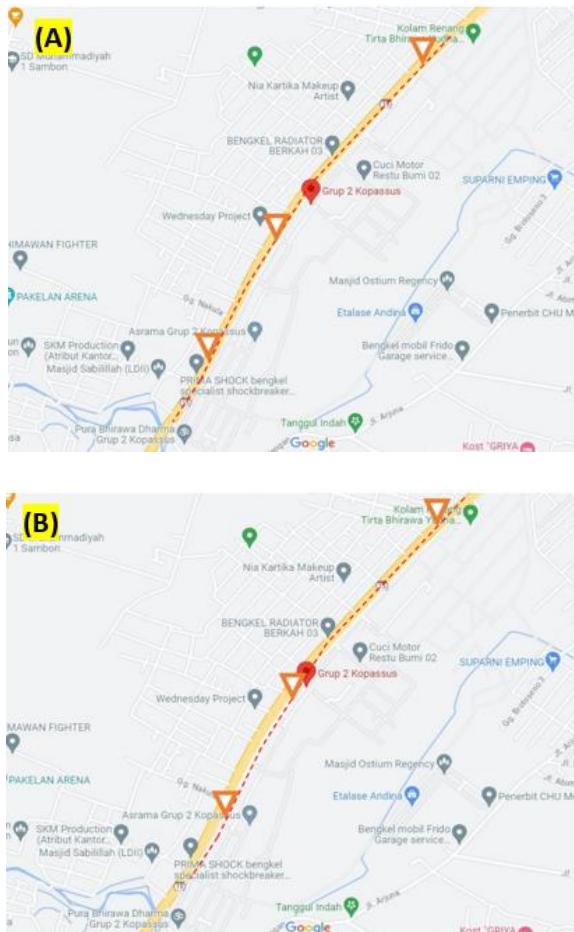
Media *sound barrier* yang dimanfaatkan dalam penelitian ini ialah tanaman bambu jepang (*Pseudosa japonica*) di kawasan markas militer yang nantinya akan dilakukan pengamatan dan pengukuran kebisingan berdasarkan beberapa variabel. Perbedaan dari penelitian yang telah ada sebelumnya terletak pada panjang klaster, dimana objek yang diteliti memiliki perbedaan panjang dan kerapatan. Selain itu juga terdapat pada kondisi kepadatan lalu lintas, angka elevasi, dan letak geografis.

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kartasura, tepatnya di lingkungan Asrama Militer grup 2 Kopassus Kandang Menjangan, dimana lokasi tersebut bersebelahan dengan jalan utama provinsi. Jalan ini memiliki arus lalu lintas yang padat dan dilalui oleh berbagai macam kendaraan. Arus lalu lintas utama dari daerah Jawa Tengah menuju Daerah Istimewa Yogyakarta hanya melalui jalan raya utama ini, karena saat penelitian ini dirancang dan dilaksanakan, tol Solo Yogyakarta masih belum efektif digunakan. Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil tingkat efisiensi pengurangan kebisingan yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan jenis tanaman lainnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Langkah Penelitian

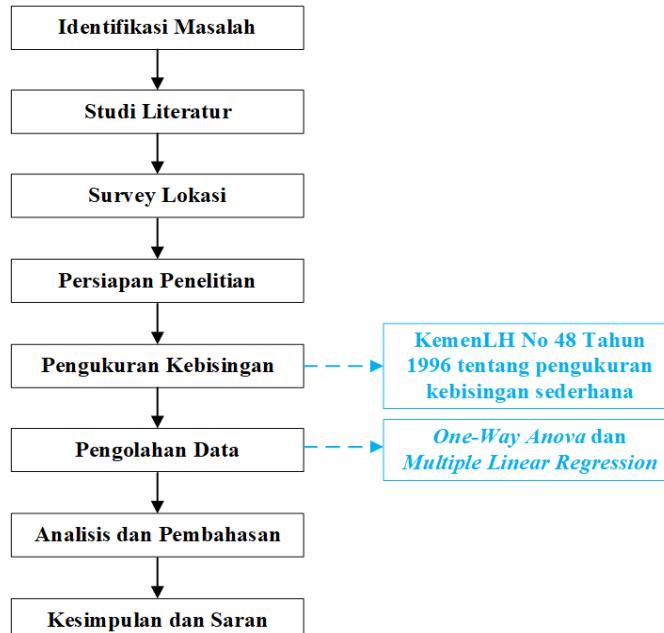
Penelitian dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran langsung terhadap media. Terdapat 2 jenis variabel yang digunakan, yaitu variabel bebas (Hari dilakukan sampling, titik sampling, suhu, dan elevasi) dan variabel tetap (lokasi dan waktu sampling). Penentuan lokasi titik sampling terdiri dari 3 titik dalam area asrama kopassus dan 3 titik di luar area asrama kopassus.



Gambar 1. (A) Lokasi Penelitian Area Dalam Markas (B) Lokasi Penelitian Area Luar Markas
Sumber gambar: Dokumen Pribadi Penulis

Persiapan penelitian dilakukan dengan mempersiapkan alat yaitu *Sound Level Meter* (SLM) merk Lutron tipe SL-4001, GPS (*Google Maps*), dan meteran yang digunakan untuk mengukur jarak antara *barier* ke titik pengukuran yang telah ditentukan dan mengukur jarak antar tanaman bambu jepang. Pengukuran kebisingan menggunakan

alat SLM pada 6 titik lokasi sampling selama 16 jam dalam 4 zona waktu (pagi, siang, sore, dan malam hari). Data kebisingan yang telah didapatkan diolah menggunakan metode statistika *one-way anova* dan *Multiple Linear Regression*. Berikut merupakan tahap berjalannya penelitian:



Gambar 2. Tahap Berjalannya Penelitian
Sumber gambar: Dokumen Pribadi Penulis

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di area asrama Grup 2 Kopassus Kandang Menjangan Kartasura, yang terletak di Jalan Solo Yogyo, Dusun III Pucangan, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan Keputusan Menteri PUPR Nomor 248/KPTS/M/2015, jalan raya yang terletak didepan area Grup 2 Kopassus Kandang Menjangan, digolongkan sebagai jalan arteri primer, yang membentang sepanjang 19,7 kilometer dari Kartosuro hingga batas Kota Klaten. Dengan kontur jalan yang berkelok serta naik turun seperti bukit, ditambah dengan kontur area markas yang memiliki posisi permukaan tanah yang berbeda-beda dengan permukaan jalan, diharapkan terdapat perbedaan data pada tiap titik yang nantinya akan dijadikan titik sampling data. Adapun koordinat lokasi dari titik pengukuran:

Tabel 1. Koordinat dan Kontur Jalan Lokasi Penelitian

Titik Lokasi	Koordinat	Kontur Jalan
1A	7°33'23.8"S 110°43'44.3"E	Sejajar Jalan Raya
1B	7°33'23.7"S 110°43'44.2"E	Sejajar Jalan Raya
2A	7°33'32.1"S 110°43'37.0"E	Di bawah Jalan Raya
2B	7°33'31.9"S 110°43'36.8"E	Di atas Markas
3A	7°33'35.8"S 110°43'21.5"E	Di bawah Markas
3B	7°33'55.9"S 110°43'21.7"E	Di atas Jalan Raya

Waktu pengukuran kebisingan dibagi menjadi 4 zona waktu yaitu: Zona L1 (Pukul 06.00-09.00 WIB), Zona L2 (Pukul 09.00-11.00 WIB), Zona L3 (Pukul 14.00-17.00 WIB), Zona L4 (Pukul 17.00-22.00 WIB). Klasifikasi tersebut dilakukan didasarkan pada penilaian jam tersibuk lalu lintas kendaraan. Pengukuran dilakukan selama jangka waktu 16 jam dalam kurun 1 minggu di setiap titik, dimana mengacu pada SNI 8427:2017

(Badan Standardisasi Nasional, 2017) yang menggunakan data kebisingan level siang (Ls) dengan level sinambung (Leq) pada siang hari jam 06.00-22.00 WIB. Adapun hari yang dipilih untuk pengambilan data dilakukan pada hari Senin, Rabu, Sabtu, dan Minggu.

2.3 Pengukuran Kebisingan

Metode dalam melakukan pengukuran tingkat kebisingan dilakukan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.48 tahun 1996 yaitu pengukuran tingkat kebisingan dengan cara sederhana. Pengukuran cara sederhana dilakukan dengan cara mengukur selama 10 menit tingkat tekanan bunyi dB (A) dalam setiap pengukuran dengan pembacaan dilakukan setiap 5 detik. Oleh karena itu, dari setiap pengukuran kebisingan menghasilkan 120 data tingkat tekanan bunyi dB (A). Waktu pengukuran untuk setiap arah sisi jalan dilakukan selama 1 hari (16 jam), dengan mengacu pada hari dan titik sampling yang memiliki rata – rata tingkat kebisingan level siang (Ls rata – rata) tertinggi.

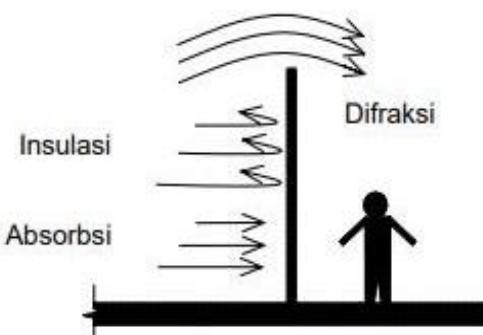
Posisi *Sound Level Meter* dari permukaan perkerasan tanah / jalan sebesar 120-150cm, dengan arah Sound Level Meter diarahkan ke sumber bunyi. Posisi surveyor dari titik sumber bunyi sebagaimana tercantum dalam Pedoman Mitigasi Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum Pd T-16-2005-B Tahun 2005 adalah 1 meter dari penghalang suara.

Setelah data didapatkan hasil pengukuran kebisingan, kemudian dihitung dengan menggunakan metode *One Way Anova* untuk mengetahui *Insertion Loss* serta metode regresi linear berganda (*Multiple Linear Regression*) untuk mengolah data elevasi dan suhu melalui bantuan aplikasi minitab.

2.4 Penanganan Kebisingan

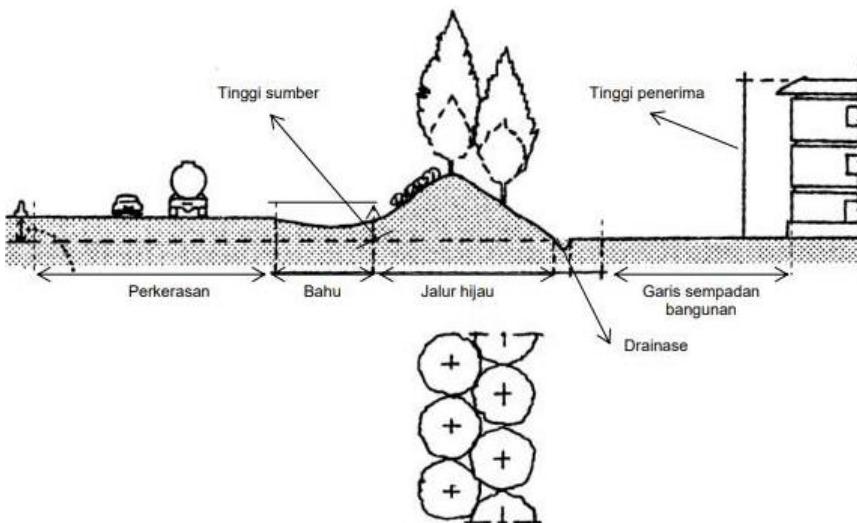
Penanganan yang terjadi akibat adanya aktivitas lalu lintas kendaraan di jalan raya, dapat dilakukan dengan beberapa macam cara (Puslitbang Departemen Pekerjaan Umum, 2005), untuk penanganan kebisingan pada sumber diantaranya pengaturan volume lalu lintas, pembatasan kendaraan dengan tonase berat, pengaturan kecepatan, perbaikan kelandaian jalan, dan perkerasan jalan. Selain penanganan pada sumbernya, juga dilakukan penanganan dengan penggunaan penghalang alami (*natural barrier*) yang biasanya menggunakan kombinasi antara tumbuhan dengan gundukan tanah.

Prinsipnya adalah penghalang bunyi baik yang buatan maupun alami adalah untuk memberikan efek pemantulan (*insulation*) oleh dinding penghalang, penyerapan (*absorption*) oleh jenis penghalang dan pembelokan (*diffraction*) pada bagian ujung atas penghalang pada suara yang merambat, sehingga suara bising yang nantinya diterima oleh indera penerima adalah akumulasi dari hasil pemantulan, penyerapan dan pembelokan suara bising (Puslitbang Departemen Pekerjaan Umum, 2005).



Gambar 2. Prinsip Kerja Penghalang
Sumber gambar: Balitbang PU Pd T-16-2005-B Tahun 2005

Penghalang alami menggunakan tanaman yang dikolaborasikan dengan timbunan tanah, diharapkan memiliki tinggi yang memadai (lebih tinggi dari sumber suara) agar dapat memotong suara yang merambat ke penerima. Selain itu untuk timbunan tanah juga diharapkan tidak mudah longsor dan sudah tersedia di lokasi agar menghemat biaya yang diperlukan untuk instalasinya. Pemasangan *barrier* disarankan berjarak kurang lebih 3 meter dari tepi perkerasan jalan.



Gambar 3. *Barrier* Kombinasi Tanaman dan Tanah
Sumber gambar: Balitbang PU Pd T-16-2005-B Tahun 2005

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kebisingan dilakukan secara serentak pada 6 titik lokasi, dimana setiap titik terletak sejajar dan menghadap ke arah yang sama (titik dalam menghadap ke bambu dan titik luar menghadap ke jalan raya). Waktu pengukuran kebisingan level siang (L_s) dilakukan menjadi 4 fase pengukuran, dimana fase L₁ diambil sampel pada pukul 09.00 WIB, L₂ diambil pukul 11.00 WIB, L₃ diambil pukul 15.00 WIB, dan L₄ diambil pukul 17.00 WIB secara serentak dalam semua fase.

Adapun metode pengukuran tingkat kebisingan dilakukan selama 10 menit dengan pencatatan setiap 5 detik sehingga data yang diperoleh dalam setiap pengukuran di setiap titiknya yaitu sebanyak 120 data tingkat kebisingan, sehingga dalam satu fase pengukuran secara serempak didapatkan 720 data tingkat kebisingan dari 6 titik pengukuran. Kemudian data mentah yang didapatkan yang mewakili 1 fase diolah kembali untuk mendapatkan nilai kebisingan sinambung (L_{eq}), sehingga dari hasil tersebut dihitung kembali untuk mengetahui kemampuan reduksi bambu jepang terhadap kebisingan yang ada. Perhitungan L_{eq} dilakukan dengan persamaan berikut:

$$L_{eq} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} [(t_1 \times 10^{0,1 \times L_1}) + (t_2 \times 10^{0,1 \times L_2}) + \dots + (t_{120} \times 10^{0,1 \times L_{120}})] \right\} \quad (1)$$

Keterangan:

L_{eq} = Kebisingan level sinambung

t = 5 detik x 120 data = 600

t₁-t₁₂₀ = 5

Data L_{eq} yang dihasilkan diolah untuk mencari kebisingan level siang (L_s) untuk mengetahui tingkat kebisingan yang terjadi selama waktu pengukuran kebisingan level siang (L_s) untuk nanti dirata-rata sehingga dapat diketahui rata-rata kebisingan yang ditimbulkan selama waktu pengukuran. Selain itu nantinya nilai L_s akan dihitung untuk

mengetahui nilai *Insertion Loss* (IL) yaitu nilai selisih antara titik diluar dengan titik didalam, Nantinya data olahan dari hasil perhitungan level siang (Ls) ini akan dibandingkan dengan ambang batas baku mutu yang diterbitkan oleh KemenLH, dimana ambang batas kebisingan untuk area pemukiman dan perkantoran berada di nilai 55-60dB. Adapun rumus dari perhitungan Ls adalah sebagai berikut:

$$Ls = 10 \log 1/6 ((T1 \times 10^{0,1 \times L1}) + (T2 \times 10^{0,1 \times L2}) + \dots + (Tl4 \times 10^{0,1 \times L4})) \quad (2)$$

Keterangan:

T1-T4 = 4 (4 fase pengukuran level siang)

L1-L4 = Leq akumulasi per titik 1 fase

3.1 Pengaruh Tanaman Bambu Jepang untuk Mengurangi Kebisingan

Data mentah dari kegiatan pengambilan sampel data diolah menggunakan rumus Leq seperti diatas untuk setiap 5 detiknya di setiap titik pengukuran sehingga didapatkan nilai akumulasi dari tiap titik di setiap fase pengukuran, sebelum nantinya data hasil perhitungan dilanjutkan diolah menggunakan aplikasi Minitab dengan metode *One Way Anova*. Perhitungan ini ditujukan untuk mengetahui tingkat kemampuan reduksi dari bambu jepang terhadap kebisingan yang ditimbulkan dari aktivitas lalu lintas jalan raya. Adapun hasilnya sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Minitab Tingkat Kemampuan Reduksi Kebisingan Metode *One Way Anova*

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Bambu	1	1294,6	1294,64	142,62	0,000
Error	94	853,3	9,08		
Total	95	2148,0			

Model Summary					
S	R-sq	R-Sq (adj)	R-sq (pred)		
3,01293	60,27%	59,85%	58,57%		

Jika P-Value < 0,05 maka tolak H0 (H_0 = Bambu tidak berpengaruh signifikan terhadap kebisingan). Dari data diatas dapat diketahui bahwa hasil pengolahan data mendapatkan nilai P - Value < 0,05 atau dapat dikatakan nilai P – Value lebih kecil dari 0,5 sehingga tolak H_0 dan terima H_1 (H_1 = Bambu berpengaruh signifikan terhadap kebisingan). Dapat disimpulkan bahwa tanaman bambu jepang yang diuji sebagai penghalang suara alami di Markas Grup 2 Kopassus memiliki pengaruh yang signifikan dalam mengatasi atau mereduksi kebisingan yang ditimbulkan dari aktivitas lalu lintas jalan raya. Hal ini juga didukung dengan adanya data sebesar 60,27% sebagaimana tertera pada nilai R-squarednya yang mendekati angka 100%.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Putri & Natalina, 2022) menunjukkan hasil *barrier* tanaman pucuk merah dan tanaman asoka memiliki pengaruh terhadap reduksi kebisingan. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang memiliki kerapatan yang tinggi dapat mempengaruhi hasil kebisingan, dimana hal tersebut juga terjadi pada tanaman bambu jepang.

3.2 Pengaruh Elevasi dan Suhu terhadap Kebisingan

Media yang merambatkan gelombang suara salah satunya adalah udara, dimana udara sendiri dalam hal ini tersusun dari berbagai macam faktor, salah satunya adalah suhu udara. Suhu udara dikatakan panas atau dingin tergantung dari kecepatan molekulnya bergerak. Semakin cepat molekul bergerak maka suhunya akan semakin

panas, sedangkan ketika molekulnya bergerak dengan lambat suhu akan turun dan menjadi lebih dingin. Saat pengambilan sampel terdapat perbedaan suhu setiap waktu pengambilannya, yaitu pukul 09.00 WIB dengan suhu 27 °C, pukul 11.00 WIB dengan suhu 32 °C, pukul 15.00 WIB dengan suhu 27 °C, dan pukul 17.00 WIB dengan suhu 29°C.

Sedangkan elevasi sendiri, mengacu pada Balitbang PU, untuk penempatan barrier dijelaskan bahwa lokasi peletakan penghalang suara ini untuk keefektivitasan yang maksimal harus dibangun dan disusun lebih tinggi dari bangunan tinggal serta permukaan perkerasan jalan (Puslitbang Departemen Pekerjaan Umum, 2005). Titik elevasi yang digunakan yaitu 0, -1, dan +2 pada setiap titik sampling.

Data Leq yang didapatkan diolah dengan menggunakan metode *Multiple Linear Regression* (Regresi Berganda) dengan menggunakan bantuan aplikasi Minitab. Data yang nantinya akan di input berupa data elevasi, suhu serta nilai kebisingan kontinyu (Leq). Adapun hasilnya sebagai berikut:

Suhu =

H0 : Suhu tidak berpengaruh signifikan terhadap kebisingan

H1 : Suhu berpengaruh signifikan terhadap kebisingan

Elevasi =

H0 : Elevasi tidak berpengaruh signifikan terhadap kebisingan

H1 : Elevasi Berpengaruh Terhadap kebisingan

Tabel 3. Hasil Minitab Keterkaitan Suhu dan Elevasi Terhadap Kebisingan Metode *Multiple Linear Regression*

Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	1,32	7,17	0,18	0,854	
Suhu	0,194	0,234	0,83	0,412	1,00
Elevasi	0,324	0,425	0,76	0,450	1,00

Apabila P-Value < 0,05 maka tolak H0. Dari data diatas dapat diketahui bahwa hasil pengolahan data mendapatkan nilai P-Value > 0,05 atau dikatakan nilai P-Value lebih besar dari 0,05 sehingga tolak H1 suhu dan elevasi kemudian terima H0 suhu dan elevasi. Dapat disimpulkan bahwa nilai suhu dan elevasi tanah saat dilakukan uji kebisingan penghalang suara alami di Markas Grup 2 Kopassus, tidak memiliki pengaruh yang signifikan dalam perambatan dan menghalangi kebisingan yang ditimbulkan dari aktivitas lalu lintas jalan raya. Ini karena nilai dari P-Value suhu lebih besar daripada 0,05 yaitu sebesar 0,41 untuk P-Value suhu dan 0,45 untuk P-Value dari elevasi tanah.

Hal ini sejalan dengan pedoman teknis yang telah dikeluarkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, dimana untuk mendapatkan kemampuan reduksi barrier yang maksimum, objek yang dilindungi harus berada lebih rendah daripada barrier itu sendiri. Sedangkan pada penelitian ini bangunan yang dijadikan objek yang dilindungi posisinya masih lebih tinggi daripada posisi tanaman bambu yang dijadikan barrier. Maka dari itu kemampuan reduksi dari tanaman bambu belum bisa maksimal karena ketinggiannya belum terpenuhi.

Hasil yang telah didapatkan sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Hugonnet et al., 2022; Simamora et al., 2012) bahwa elevasi mempengaruhi hasil tingkat kebisingan. Elevasi berkaitan dengan tinggi bangunan dibandingkan dengan ukuran tinggi *barrier* yang digunakan.

3.3 Kebisingan Rata-Rata Level Siang

Kebisingan level siang (Ls) adalah kebisingan tertinggi yang terjadi pada fase pengukuran kebisingan fase siang (pukul 06.00 sampai 22.00). Kebisingan yang tercatat dan terhitung adalah akumulasi dari nilai kebisingan simultan (Leq). Adapun kemampuan reduksi tanaman bambu jepang ini dihitung dengan nilai *Insertion Loss* (kemampuan reduksi bambu dari hasil pengukuran titik luar dan titik dalam) yang didapatkan dari selisih kebisingan level siang (Ls).

Hasil perhitungan Ls diketahui bahwa rata-rata kebisingan tertinggi saat siang hari dilokasi penelitian berkisar antara 75,56dB (Ls di hari Rabu) sampai yang tertinggi 79,70dB (Ls di hari Senin) untuk area penelitian yang terletak di depan bambu. Sementara rata-rata kebisingan tertinggi saat siang hari di lokasi penelitian bagian dalam atau dibalik bambu berkisar antara 67,69dB (Ls di hari Rabu) sampai yang tertinggi yaitu 72,39dB (Ls di hari Sabtu). Tentunya nilai kebisingan yang didapatkan masih jauh dari ambang batas yang telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup, yaitu sebesar 55dB untuk pemukiman dan 65dB untuk area perkantoran (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.46 Tahun 1996). Dari nilai Ls tersebut diketahui bahwa hari-hari yang menjadi sumber kebisingan terbesar yaitu pada hari Senin dan Sabtu dimana hari-hari ini diprediksi menjadi awal kegiatan bagi Masyarakat untuk memulai aktivitasnya pada hari Senin dan hari pertama bagi masyarakat memulai weekend di hari Sabtu. Hasil tersebut memiliki kesimpulan yang dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Fortuna et al., 2022) bahwa kebisingan level siang tertinggi terdapat pada hari Senin dimana merupakan hari yang sangat produktif.

Sedangkan dengan nilai dari selisih titik luar dengan titik dalam atau yang biasa disebut dengan *Insertion Loss* (IL), diketahui pula bahwa rata-rata kemampuan reduksi dari tanaman bambu jepang antara 6,86dB sampai 9,12dB dengan tinggi tanaman yang berkisar 150 cm sampai 200 cm, dengan panjang kluster tanaman sejauh 50 meter. Adapun selisih kebisingan terbesar antara titik luar dengan titik dalam didapatkan dari hasil rata-rata tiap titik selama 1 minggu fase pengukuran, didapatkan secara berurutan yaitu untuk titik 1A dan 1B sebesar 5,5dB disusul oleh titik 2A dan 2B sebesar 7,94dB dan tertinggi didapatkan titik 3A dan 3B sebesar 9,44dB. Meskipun secara pembuktian hipotesa elevasi tanah tidak terlalu berdampak signifikan terhadap kebisingan, namun IL tertinggi didapatkan dari elevasi +2 meter dari perkerasan jalan raya dan IL terendah didapatkan dari elevasi 0 meter atau sejajar dengan perkerasan jalan raya.

3.4 Penanganan Lanjutan

Pembahasan yang telah dijelaskan di atas diketahui bahwa reduksi kebisingan dipengaruhi oleh tinggi tanaman dibandingkan dengan tinggi bangunan markas dan jarak antara jalan raya dengan tanaman bambu.

Tingkat kebisingan di jalan raya, dapat dikurangi dengan berbagai cara. Meskipun tindakan-tindakan yang terkait dengan sumber seperti misalnya larangan lalu lintas padat, pengurangan jumlah jalur atau infrastruktur jalan mitigasi kecepatan kendaraan mungkin efisien, namun hal-hal tersebut berakibat menghambat kelancaran lalu lintas (Van Renterghem et al., 2020).

Upaya pengendalian kebisingan lanjutan bukan dari sumbernya secara langsung (*Outsite*) yaitu dengan menambahkan papan peringatan di beberapa titik di sepanjang markas bahwa beberapa meter kedepan adalah Markas Militer, sehingga masyarakat diharapkan menurunkan kecepatan hingga batas minimal. Selain itu perbaikan penyusunan tanaman bambu Jepang yang sudah eksisting atau tersedia yaitu dengan merawat tanaman bambu Jepang untuk tumbuh lebih tinggi dari sebelumnya sesuai

dengan pedoman Teknis. Dimana hal ini dapat menambah kemampuan reduksi dari tanaman itu sendiri tanpa kombinasi antara penghalang suara buatan dengan alami.

Pada penelitian oleh (Fredianelli et al., 2019) melakukan pengujian *barrier* menggunakan kristal sonik yang efektif dalam meredam kebisingan. Akan tetapi, kombinasi antara Sounds Barrier Alami dengan Artificial Sound Barrier seperti penghalang menerus artistik, batako, kayu maupun fiber juga dapat digabungkan sehingga kemampuan reduksi penghalang suara alami yang sudah ada dapat lebih dimaksimalkan dari sebelumnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa tanaman bambu jepang memiliki pengaruh signifikan dalam mereduksi kebisingan, dimana hasil tersebut dibuktikan dengan nilai *R-square* yang mendekati 100% pada analisa statistika *One Way Anova* menggunakan bantuan aplikasi minitab.

Pada penelitian mendapatkan hasil bahwa elevasi titik pengukuran sampel tidak mempengaruhi reduksi kebisingan, hal ini dikarenakan tinggi bangunan yang dianalisa melebihi tinggi *barrier*. Seharusnya tinggi *barrier* perlu diperhatikan dan memiliki ukuran lebih tinggi dari bangunan yang ada di sekitar. Selain itu, suhu tidak merupakan faktor yang mempengaruhi hasil reduksi kebisingan. Tingkat kebisingan tertinggi terdapat di hari Senin dan Sabtu karena hari tersebut merupakan hari yang produktif dan banyak kendaraan yang melintas.

Penelitian yang dilakukan hanya pada tanaman bambu jepang yang ada di sekitar lokasi markas kopassus sebelumnya dan tidak memiliki ketinggian yang disyaratkan berdasarkan peraturan yang berlaku. Seharusnya memperhatikan penyusunan tanaman dan menerapkan upaya lanjutan yang telah disebutkan di atas secara bertahap.

REFERENCES

- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8427:2017 Pengukuran tingkat kebisingan lingkungan*. www.bsn.go.id
- Balirante, M., Lefrandt, L. I. R., & Kumaat, M. (2020). Analisa Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Di Jalan Raya Ditinjau Dari Tingkat Baku Mutu Kebisingan Yang Diizinkan. *Jurnal Sipil Statik*, 8, 249–256.
- Begou, P., Kassomenos, P., & Kelessis, A. (2020). Effects of road traffic noise on the prevalence of cardiovascular diseases: The case of Thessaloniki, Greece. *Science of the Total Environment*, 703. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134477>
- Bunn, F., & Zannin, P. H. T. (2016). Assessment of railway noise in an urban setting. *Applied Acoustics*, 104, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.10.025>
- Endrianto, E. (2023). Upaya Pencegahan Kebisingan di Industri Petrokimia. *Journal on Education*, 5(4), 16478–16493. [https://doi.org/https://doi.org/10.31004/joe.v5i4.2809](https://doi.org/10.31004/joe.v5i4.2809)
- Foraster, M., Eze, I. C., Vienneau, D., Schaffner, E., Jeong, A., Héritier, H., Rudzik, F., Thiesse, L., Pieren, R., Brink, M., Cajochen, C., Wunderli, J. M., Röösli, M., & Probst-Hensch, N. (2018). Long-term exposure to transportation noise and its association with adiposity markers and development of obesity. *Environment International*, 121, 879–889. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.057>
- Fortuna, D., Mahmud, M., & Kadir, D. Y. (2022). *Analisis Tingkat Kebisingan Akibat Lalu Lintas pada Kawasan Perkantoran dan Pendidikan di Kecamatan Kota Utara Kota Gorontalo*. 3(2), 1–8. <https://new.jurnal.untad.ac.id/index.php/renstra>

- Fredianelli, L., Del Pizzo, A., & Licita, G. (2019). Recent developments in sonic crystals as barriers for road traffic noise mitigation. In *Environments - MDPI* (Vol. 6, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/environments6020014>
- Gozalo, G. R., Suárez, E., Montenegro, A. L., Arenas, J. P., Morillas, J. M. B., & González, D. M. (2020). Noise estimation using road and urban features. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su12219217>
- Hugonnet, R., Brun, F., Berthier, E., Dehecq, A., Mannerfelt, E. S., Eckert, N., & Farinotti, D. (2022). Uncertainty Analysis of Digital Elevation Models by Spatial Inference From Stable Terrain. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 15, 6456–6472. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2022.3188922>
- Iglesias-Merchan, C., Laborda-Somolinos, R., González-Ávila, S., & Elena-Rosselló, R. (2021). Spatio-temporal changes of road traffic noise pollution at ecoregional scale. *Environmental Pollution*, 286. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117291>
- Kamal, N. M. (2024). Tingkat Kebisingan Kawasan Perumahan dan Perbelanjaan Kecamatan Manggala di Kota Makassar. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisplin*, 2(1), 508–514. <https://doi.org/https://doi.org/10.60126/maras.v2i1.212>
- Mohamed, A. M. O., Paleologos, E. K., & Howari, F. M. (2020). Noise pollution and its impact on human health and the environment. In *Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering* (pp. 975–1026). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809582-9.00019-0>
- Münzel, T., Sørensen, M., & Daiber, A. (2021). Transportation noise pollution and cardiovascular disease. In *Nature Reviews Cardiology* (Vol. 18, Issue 9, pp. 619–636). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41569-021-00532-5>
- Ow, L. F., & Ghosh, S. (2017). Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Applied Acoustics*, 120, 15–20. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.01.007>
- Puslitbang Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pedoman Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan. Pd T-16-2005-B*.
- Putri, H. A., & Natalina, N. (2022). Efisiensi Penurunan Tingkat Kebisingan Oleh Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium paniculatum*) Dan Asoka (*Sarasa asoka*). *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 5(2), 121–131. <https://doi.org/10.47080/jls.v5i2.1902>
- Rahmatunnisa, F. G., Sudarwati, M. R., & Sufanir, A. M. S. (2017). Analisis Pengaruh Volume Dan Kecepatan Kendaraan Terhadap Tingkat Kebisingan Pada Jalan Dr. Djunjungan Di Kota Bandung. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 42–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.35313/irwns.v8i3.697>
- Roswall, N., Raaschou-Nielsen, O., Jensen, S. S., Tjønneland, A., & Sørensen, M. (2018). Long-term exposure to residential railway and road traffic noise and risk for diabetes in a Danish cohort. *Environmental Research*, 160, 292–297. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.008>
- Sari, V., Yuliati, & Nurgayah. (2021). Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Gangguan Pendengaran, Gangguan Psikologis Dan Gangguan Komunikasi Pada Pekerja. *Window of Public Health Journal*, 2(6), 1012–1022.
- Simamora, P. J., Medis, D., & Surbakti, S. (2012). *Analisa Tingkat Kebisingan Pergerakan Lalu Lintas Terhadap Zona Pendidikan Di Kota Medan (Studi Kasus : Perguruan Parulian 3 Jl.Sisingamangaraja No.44 dan SMPN 7 Jl.H.Adam Malik No.12 Medan)*.
- Syyna, K., Aasvang, G. M., Aamodt, G., Oftedal, B., & Krog, N. H. (2014). Road traffic noise, sleep and mental health. *Environmental Research*, 131, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.02.010>
- Van Renterghem, T., Vanhecke, K., Filipan, K., Sun, K., De Pessemier, T., De Coensel, B., Joseph, W., & Botteldooren, D. (2020). Interactive soundscape augmentation by natural sounds in a noise polluted

urban park. *Landscape and Urban Planning*, 194.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103705>

Yang, W., He, J., He, C., & Cai, M. (2020). Evaluation of urban traffic noise pollution based on noise maps. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 87.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102516>

Yu, Y., Paul, K., Arah, O. A., Mayeda, E. R., Wu, J., Lee, E., Shih, I. F., Su, J., Jerrett, M., Haan, M., & Ritz, B. (2020). Air pollution, noise exposure, and metabolic syndrome – A cohort study in elderly Mexican-Americans in Sacramento area. *Environment International*, 134.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105269>