

**ANALISIS SIFAT AKUSTIK PAGAR PEMBATAS SEBAGAI  
PEREDAM BISING KENDARAAN BERMOTOR:  
SALAH SATU ALTERNATIF PENGENDALI BISING DI KOTA DENPASAR**  
*(Analysis on the Acoustic Characteristic of Fence to Reduce Noise from  
Motorized Vehicles: One of the Alternatives to Control Noise in Denpasar City)*

**Putri Kusuma\*, Sudibyakto\*\*, Dewi Galuh\*\***

\* Universitas Udayana

\*\* Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

**Abstrak**

Salah satu sumber kebisingan di daerah urban adalah kendaraan bermotor. Upaya untuk menghadapi kebisingan ini adalah mengendalikannya dengan cara memasang penghalang (barrier) dalam bentuk pagar, seperti misalnya pada arsitektur tradisional Bali. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi tentang efektivitas berbagai macam pagar dan tentang efek pagar ini dan jumlah kendaraan bermotor terhadap tingkat kebisingan yang ditimbulkan.

Penelitian ini dilaksanakan berdasar pada standar (ISO) R 1996, atau *Equivalence of Noise Level of n number of sample*. Penelitian ini mengadopsi sampling purposif untuk memilih jenis penghalang, dan berfokus pada objek berikut: (1) jenis pagar, (2) jarak dari sumber kebisingan, dan (3) jumlah jenis kendaraan. Efektivitas penghalang diekspresikan dalam jumlah reduksi kebisingan dari suatu kebisingan, baik menggunakan atau tidak menggunakan penghalang, serta koefisien keheningan (*coefficient of muting*) dari setiap penghalang. Tes untuk menganalisis data meliputi korelasi untuk mengetahui efektifitas penghalang, dan tes regresi untuk mengetahui hubungan antara jenis kendaraan dan tingkat kebisingan.

Penelitian ini menemukan bahwa pagar masif merupakan pengurang kebisingan yang paling efektif diantara jenis-jenis pagar yang ada, dengan koefisien 0,12, tetapi jenis ini memiliki kekurangan elemen estetika dan memberikan kesan individualistik ditambah lagi bahwa struktur tersebut menghalangi pandangan apa yang terjadi diluar. Pagar yang berselang-seling dan ditutupi dengan vegetasi lebih baik ditinjau dari sisi estetika maupun fungsi fisik untuk mengurangi kebisingan, dengan koefisien 0,09. Relasi antara tingkat kebisingan dan jumlah kendaraan dapat diidentifikasi dengan menggunakan persamaan linier dengan memberikan jumlah kendaraan yang ekuivalen dengan jumlah sepeda motor.

Kata kunci: akustik, penghalang, keefektifan

**Abstract**

*One of the sources of noise in urban areas is motorized vehicles. An attempt to deal with noise is to control it in its track by setting up barriers in a form of fence, especially that in Balinese traditional architecture. The research aims to study the effectiveness of different kinds of fence and to study the effects of these fences and the number of vehicles on the noise level produced.*

*The research was conducted based on the (ISO) R 1996 standard, namely the Equivalence of Noise Level of n number of sample. It adopted a purposive sampling select the type of barrier, and focused on the following research objects: (1) type of fence, (2) distance of measurement from a noise source, and (3) type number of vehicles. The effectiveness of a barrier is expressed in the amount of noise reduction from a noise, either with or without barrier, and the coefficient of muting from each barrier. The tests to analyze the data are the*

correlation test to know the effectiveness of barrier and the regression test to know the kind of relationship between the type of vehicle and the noise level.

The research found that a massive fence is the most effective noise reducer among different types of fence, with coefficient of 0.12. However, it offers less aesthetic element as it gives a impression of individualism in addition to its structure that obstructs the eyes to see what is happening outside. A fence with gaps covered with vegetation is better both from the easthetic point of view and from physical function that is to reduce noise, with a coefficient of 0.09. The relation between the noise level and the number of vehicle can be identified by using a linear equation approach by putting the equivalence of the number of vehicle with that of motorcycle.

Key words: *accoustic, barrier, and effectiveness.*

## PENGANTAR

Bising secara umum didefinisikan sebagai suara-suara yang tidak dikehendaki, sedangkan menurut Kep. MNLH/11/1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan. Salah satu sumber kebisingan yang paling penting di daerah perkotaan khususnya di daerah pemukiman adalah lalu lintas jalan, terutama yang berasal dari kendaraan bermotor (Priede dalam Subagio, 2000). Pengukuran tingkat kebisingan pada arus lalu lintas dipakai tingkat kebisingan konstan ekivalen karena kebisingan yang dihasilkan cenderung bervariasi terhadap waktu, yang dinyatakan dengan:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{N} [\sum n_i 10^{L_i/10}] \text{ dB} \dots\dots (1)$$

Dengan:  $n_i$  = jumlah pengamatan dengan tingkat kebisingan  $L_i$

$N$  = Jumlah pengamatan total

Didalam ruangan terbuka, penerima bunyi akan menerima gelombang bunyi yang dihasilkan oleh sumber bunyi melalui 4 cara yang berbeda, yaitu : (1) secara langsung dari sumber bunyi tanpa adanya penghalang (direct), (2) dari bunyi yang terpantulkan terlebih dahulu oleh suatu permukaan pemantul yang ada di sekitar sumber (reflected), (3) bunyi yang ditransmisikan melalui media padat/penghalang yang ada di sekitar sumber bunyi (transmitted) dan, (4) cara yang terakhir adalah bunyi yang terbelokan oleh suatu permukaan yang berada pada daerah bayang (shadow zone) yang disebut dengan diffracted. Atas dasar hal tersebut maka diperlukan suatu media yang dapat meredam kebisingan kendaraan bermotor di lingkungan perkotaan khususnya di kota Denpasar, dengan membuat penghalang bunyi (barrier) yang ditem-

patkan di antara sumber bunyi dan penerima bunyi. Dinding penghalang yang diwujudkan dengan pagar pembatas (penyekker), merupakan pagar yang mencerminkan Arsitektur Tradisional Bali yang pada intinya dibagi tiga komponen (Gelebet, 1982) yaitu: (1) Atap/Kepala, (2) Tembok/Badan, dan (3) Pondasi/Kaki. Disamping selain wujud tembok pagar yang berarsitektur Bali, tata letak dan ukuranpun harus berdasarkan ukuran-ukuran Bali (Asta Kosala-Kosali dan Asta Bumi). Demikian pula untuk bahan bangunannya berasal dari alam lingkungannya sekitar dapat berupa batu bata, batu padas atau batu kali serta pemasangannya tanpa dilapisi pelapis untuk menampilkan warna alam warna aslinya.

Gelombang Bunyi yang ditransmisikan oleh penghalang tergantung dari harga spesifik akustik impedansi ( $Z$ ) dari kedua media (udara dan penghalang), koefisien transmisi energi bunyi ( $\alpha_t$ ) dan koefisien refleksi energi bunyi ( $\alpha_r$ ) yang diekspresikan dalam bentuk persamaan (2 dan 3) (Sainz et al., 1986):

$$\alpha_t = \frac{4Z_1Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\alpha_r = \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2} \dots\dots\dots (3)$$

Hal ini sesuai dengan perilaku bising bila mengenai suatu permukaan yang keras akan dipantulkan kembali. Penghalang yang ditempelkan tersebut hendaknya tidak terputus, padat dan tidak berlubang, karena untuk mereduksi bising tergantung dari sudut bayangan bising ( $\alpha$ ) dan tinggi efektif penghalang. Dengan melakukan perhitungan berdasarkan harga dari masing-masing media, pada temperatur 27°C harga densitas udara ( $\rho_1$ ) adalah 1,18 kg/m<sup>3</sup> dan kecepatan gelombang bunyi di udara ( $c_1$ ) sebesar 343 m/detik. Untuk penghalang yang berupa batu bata, nilai densitasnya ( $\rho_1$ )

sebesar 1.800 kg/m<sup>2</sup> serta kecepatan gelombang bunyi dalam media ( $c_2$ ) tersebut sebesar 3.700 m/detik. Dengan demikian bila harga-harga tersebut disubstitusikan kepersamaan (2) dan (3) maka akan diperoleh koefisien transmisinya adalah  $\alpha_1 \approx 0$  dan  $\alpha_2 \approx 1$  dan ini berarti bahwa hampir tidak ada energi dari gelombang bunyi yang datang dan menumbuk penghalang akan ditransmisikan oleh media penghalang tersebut atau dengan kata lain hampir semua energi yang datang akan dipantulkan kembali ke dalam media udara pada sisi arah datangnya gelombang bunyi tersebut.

### CARA PENELITIAN

Organisasi Internasional untuk standarisasi (ISO) R 1996 telah menetapkan (dan menganjurkan penggunaannya) prosedur-prosedur standar untuk mengukur bising kendaraan bermotor secara individu dalam kondisi-kondisi tertentu. Dalam penelitian ini obyek penelitiannya, meliputi: (1) jenis pagar, (2) jarak pengukuran dan (3) jenis dan jumlah kendaraan. Untuk jenis pagar divariasikan berdasarkan konstruksinya adanya tidaknya tanaman sebagai penutup terhadap konstruksi pagar, pohon-pohon pagar yang masif maupun yang berlubang dan sebagai pembanding adalah tingkat kebisingan tanpa adanya penghalang. Jarak pengukuran yang dilakukan adalah 3 variasi (0,5 m, 5m dan 8m) yang berada antara pagar dengan bangunan induk dengan pertimbangan areal di belakang pagar pembatas merupakan bagian dari tempat pemukiman sehingga diharapkan di areal ini tingkat kebisingannya rendah dengan adanya pagar penghalang. Jenis kendaraan dikategorikan menjadi sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat.

Untuk lokasi penelitian dilakukan pada ruas-ruas jalan di pusat Kota Denpasar yang terletak pada peruntukan kawasan yang berbeda-beda, lokasi I merupakan kawasan pendidikan, tempat peribadahan dan permukiman campuran, lokasi II adalah kawasan perdagangan dan lokasi III merupakan kawasan perkantoran pemerintah. Kondisi jalan yang memanjang dari Barat ke Timur sehingga faktor arah angin dapat diabaikan didalam pengukuran tingkat kebisingan.

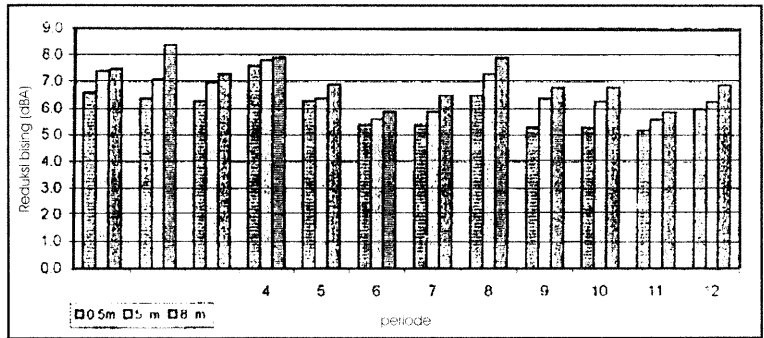
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil reduksi masing-masing penghalang pada jarak pengukuran yang berbeda-beda dan sebagai kontrolnya adalah hasil pengukuran tingkat kebisingan yang tanpa adanya penghalang, seperti Gambar 1. di bawah ini.

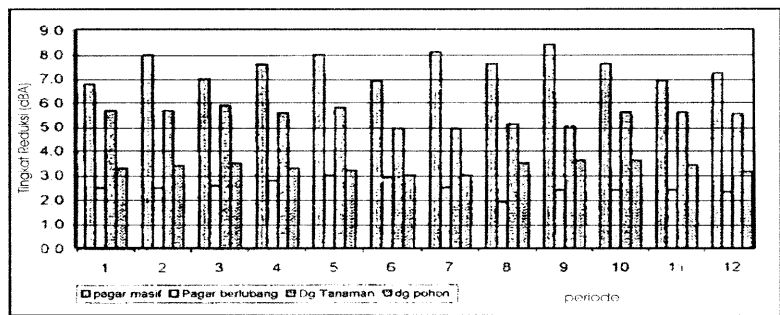
Dengan uji korelasi terlihat hubungan yang kuat antara jarak pengukuran terhadap reduksi bising yang dihasilkan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa bunyi yang sampai ke penerima merupakan bunyi yang terbelokkan oleh suatu permukaan yang berada pada daerah bayang (shadow zone) yang disebut dengan diffracted. Bunyi yang terdiffracted ini merupakan fungsi dari sudut bayang dan tinggi efektif penghalang. Hal ini sesuai dengan teori tentang sudut bayang bising dan tinggi efektif penghalang yang berpengaruh terhadap reduksi bising, karena semakin jauh jarak pengukuran maka akan semakin meningkat tinggi efektif penghalang sehingga reduksi bising juga akan meningkat.

Untuk berbagai jenis penghalang, ternyata reduksi bising yang dihasilkan cukup bervariasi seperti terlihat pada Gambar 2. berikut.

Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada jenis penghalang yang berbentuk masif, bunyi yang mengenai penghalang tersebut sebagian besar akan terefleksi kembali ke sumber bunyi, sebagian bunyi diserap oleh penghalang dan sebagian kecil akan ditransmisikan ke penerima. Hal ini berdasarkan sifat akustik impedansi ( $z$ ) dari penghalang (batu bata) hampir tidak ada energi bunyi yang ditransmisikan oleh penghalang yang berbahan baku batu bata. Sedangkan bunyi yang sampai ke penerima yang berada di belakang penghalang tersebut merupakan bunyi berbelokan karena penerima bunyi masih berada pada daerah bayangan bunyi (shadow zone), sehingga reduksi bising yang dihasilkan oleh penghalang yang berbentuk masif adalah yang tinggi. Untuk jenis penghalang yang berlubang tetapi di-cover dengan tanaman/semak cukup efektif meredam bunyi karena bunyi yang datang dari sumber bunyi akan dibiaskan dan diserap lebih dahulu oleh daun, batang dan ranting serta sebagian lagi dipantulkan kembali ke arah sumber bunyi dan sisanya akan diteruskan ke penerima bunyi.



Gambar 1. Hubungan Reduksi Bising terhadap Jarak Ukur pada Pagar Masif.



Gambar 2. Reduksi Bising Berbagai Jenis Penghalang pada Jarak 0,5 m

Hal inilah yang menyebabkan jenis penghalang ini cukup efektif mereduksi bunyi. Untuk jenis penghalang yang berlubang tetapi disekitarnya terdapat pohon-pohon perindang, reduksi bising yang dihasilkannya relatif kecil karena tergantung dari pohon yang terdapat di lokasi tersebut. Pohon dapat meredam bunyi tergantung pada tebal dan bentuk tajuknya, pada lokasi penelitian terdapat pohon dengan kanopi yang mendatar sehingga kurang efektif meredam bunyi karena daun dan ranting pohon tersebut berada jauh diatas permukaan tanah sehingga sumber bunyi yang berada pada ketinggian kurang lebih 0,5 meter dari permukaan tanah tidak melewati daun maupun ranting pohon tetapi langsung terukur oleh alat ukur dan inilah yang menyebabkan efektivitas peredaman bunyi dari pohon-pohon di lokasi penelitian kurang baik. Untuk jenis penghalang yang berlubang, reduksi bising yang dihasilkan adalah yang terkecil karena cukup besar energi bunyi yang diterima oleh mikrofon langsung dari sumber bunyi tanpa melalui penghalang serta energi bunyi hasil dari pantulan ujung penghalang

terhadap penerima.

Demikian juga terhadap koefisien peredaman, yang menunjukkan nilai spesifik kemampuan peredaman dari berbagai jenis penghalang terhadap tingkat bising yang terjadi, untuk lebih jelas terlihat pada Tabel 1.

Untuk nilai koefisien peredaman dari masing-masing jenis penghalang terlihat perbedaan yang nyata, nilai rata-rata koefisien peredaman tertinggi (Tabel 1) adalah jenis pagar masif yaitu sebesar 0,12, hal ini menunjukkan bahwa untuk jenis penghalang masif yang berbahan baku batu bata dengan tinggian 1,8 meter dan tebalnya adalah 25 cm memiliki kemampuan sebesar 12% untuk mereduksi bising yang terjadi, tetapi secara estetika pagar jenis ini kurang baik karena terkesan individualisme, terlalu tertutup untuk mengetahui apa yang terjadi di luar pagar tersebut, demikian juga dari sudut arsitektur tradisional Bali yang menyarankan fungsi sosial dari pagar tersebut tetap terpenuhi yaitu apapun yang terjadi di luar pekarangan rumah si pemilik rumah dapat mengetahuinya tanpa harus keluar pagar rumah. Dengan

### Analisis Sifat Akustik Pagar Pembatas

jenis pagar yang tertutup/masif ini maka fungsi sosialnya kurang terpenuhi. Sedangkan untuk pagar yang berlubang tertutup vegetasi cukup baik dari segi estetika maupun fungsi fisiknya yaitu dapat mereduksi bising dengan koefisien peredaman 0,09, demikian juga dari fungsi sosialnya.

Dari pengukuran tingkat bising individu yang dilakukan terhadap masing-masing jenis kendaraan didapat data tingkat bising rata-rata yang dihasilkan oleh kendaraan tersebut. Dari data-data tersebut akan dapat diketahui jumlah kendaraan ekuivalen, bila yang dipakai acuan adalah sepeda motor maka akan dapat diketahui ekuivalensi jenis kendaraan (kendaraan ringan dan kendaraan berat) terhadap sepeda motor. Dari data jumlah kendaraan yang lewat pada titik pengamatan maka dapat diketahui jumlah kendaraan ekuivalennya, seperti pada Tabel 3.

Dengan uji korelasi, terlihat bahwa variabel-variabel yang berpengaruh terhadap tingkat kebisingan yaitu; (1) Sepeda motor dan kendaraan ringan, hal ini dapat dijelaskan karena berdasarkan survei awal pengukuran tingkat kebisingan yang dilakukan terhadap berbagai jenis kendaraan terlihat bahwa tingkat kebisingan yang dihasilkan sepeda motor cukup tinggi, sehingga sumbangannya terhadap bising lalu lintas juga akan tinggi. Sedangkan untuk kendaraan ringan berpengaruh terhadap tingkat kebisingan karena sesuai dengan kondisi di lokasi penelitian, yang lalu lintasnya cukup padat sehingga kendaraan roda empat keatas bergerak dengan cara/keadaan berhenti-berjalan-berhenti (stop and go) dan hal inilah yang dapat menghasilkan tingkat bising yang sangat tinggi.

**Tabel 1. Nilai Koefisien Peredaman Berbagai Jenis Penghalang**

Lambang	Pagar Masif	Pagar Berlubang	Pagar Tertutup Semak	Pagar dengan Pohon
<b>c</b>	<b>0,12</b>	<b>0,03</b>	<b>0,09</b>	<b>0,03</b>

**Tabel 2. Tingkat Kebisingan Rata-rata Berbagai Jenis Kendaraan**

No.	Jenis Kendaraan	SPL rata-rata (dB-A)	Nilai ekuivalen terhadap sepeda motor
1.	Sepeda Motor	75,0	1,00
2.	Kendaraan Ringan	73,0	0,63
3.	Kendaraan Berat	79,8	3,02

Sumber: Data Primer (02/2003)

**Tabel 3. Tingkat Kebisingan dan Volume Kendaraan**

Periode	Tingkat bising (dBA) pada jarak 0,5 m	Jumlah kendaraan ekuivalen terhadap sepeda motor
1.	72,4	347
2.	71,9	347
3.	71,5	344
4.	69,6	334
5.	70,2	334
6.	70,6	344
7.	67,6	327
8.	65,7	321
9.	67,6	329
10.	66,3	319
11.	39,6	338
12.	68,4	327

Sumber: Data Primer (02/2003)

(2) Kendaraan berat pengaruhnya tidak nyata terhadap tingkat kebisingan yang terjadi. Kecilnya pengaruh kendaraan berat terhadap tingkat bising yang terjadi karena sedikitnya jumlah kendaraan berat yang melintas juga karena kondisi fisik kendaraan ini cukup baik (dengan adanya peredam suara pada knalpotnya). Hal ini dikarenakan kendaraan berat yang melintas merupakan kendaraan/bus pariwisata yang dituntut kondisi fisiknya harus baik.

Dari analisis regresi diatas dapat dibuat persamaan berdasarkan jumlah kendaraan, karena dengan semakin tinggi jumlah kendaraan di suatu ruas jalan maka akan terjadi arus lalu lintas yang padat sehingga tingkat kebisingan yang dihasilkan juga tinggi. Persamaan yang diperoleh dari analisa regresi adalah sebagai berikut:

$$Y = 39,362 + 0,093 Q \dots\dots\dots (2)$$

Dimana Y: Tingkat bising yang dihasilkan berbagai jenis kendaraan (dBA).

Q : Jumlah ekivalen kendaraan terhadap sepeda motor (unit).

Konstanta 39,362 (dBA) merupakan back ground noise. Tingginya tingkat kebisingan yang dihasilkan kendaraan bermotor di wilayah studi, karena beberapa sebab salah satunya yang berasal dari kendaraan bermotor adalah dalam hal peredaman kebisingan. Pada penelitian ini teramati bahwa kondisi peredam knalpot kendaraan sangat bervariasi. Banyak kendaraan yang tidak dilengkapi dengan peredam kendaraan yang baik, oleh karena itu untuk kecepatan kendaraan yang sama, untuk kendaraan sejenis akan tercatat tingkat kebisingan yang berbeda. Sehingga pengaruh kecepatan kendaraan sangat sulit diamati.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat kebisingan lalu lintas dipengaruhi oleh jarak pengukuran karena variabel tersebut akan mempengaruhi tinggi efektif penghalang dan sudut bayangan bising, karena semakin jauh jarak pengukuran maka akan semakin mening-

kat tinggi efektif penghalang sehingga reduksi bising juga akan meningkat.

2. Dari berbagai jenis penghalang, ternyata yang paling efektif meredam kebisingan adalah pagar masif dengan koefisien peredamannya 0,12.
3. Hubungan antara tingkat kebisingan dan jumlah kendaraan dapat didekati dengan persamaan linier dengan mengkivalenkan jumlah kendaraan terhadap sepeda motor.

### Saran

1. Penelitian lanjutan untuk mengetahui reduksi bising dari berbagai peredam yang lebih baik, dapat dilakukan dengan memperhatikan variabel-variabel lain yang berpengaruh terhadap kebisingan.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan memperhatikan pengaruh kebisingan itu sendiri terhadap perilaku masyarakat (permintaan ganti rugi), apabila hal itu dilakukan penetapan baku mutu dan perundang-undangan lainnya dapat diimplementasikan secara tepat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Davis Mackenzie L. dan Cornwell David A., 1991, Introduction to Environmental Engineering. Mc. Graw-Hill Book Co., Singapore.
- Doelle Leslie L.: Pasetio Lea, 1993, Akustik Lingkungan. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Gelebet, I Nyoman, dkk. 1982. Arsitektur Tradisional Bali. Departement Pendidikan dan Kebudayaan. Proyek Inventarisasi dan Dokumentasi Kebudayaan Daerah. Tahun 1981/1982. Jakarta.
- Saenz, A.L. & Stephens, R.W., 1986, Effects and Control, Singapore. John Wiley & Sons.
- Sangsoko, D.P., Hadiyanto, A. et al, 2000. Kebisingan Lingkungan: Univ. Diponegoro. Semarang.
- Subagio, 2001. Pengukuran dan Penilaian Kebisingan, Kursus Dasar-dasar AMDAL-A, PSLH-UGM. Yogyakarta.