KAJIAN VARIASI JARAK ANTAR PENGHALANG SUARA YANG DIHASILKAN OLEH SUMBER SUARA

Jumingin
e-mail : juminginpgri@gmail.com

Dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam
Universitas PGRI Palembang

Abstract: *Noise is sound exessive, unwanted and often called the "invisible pollution" that causes phisical effects and pychologica1 effects. Physical effects assodated with the transmision of sound waves through the air, while the pychological effects associated with the human response to sound The purpose of this research is to study variations in the distance between the bariier to the sound produced by the sound source. The method used is an experimental method, which is taking data directly form the field. Retrival of data nouse using a Sound Level Meter, The results show that the distance of 0.5 cm between the barrier can reduce noise by 5.04%, 1 cm distance between the banier can reduce noise by 3.22%, and 2 cm distance between the barrier can reduce noise by 1.36%. It can be concluded that to reduce the sound coming out, can be done by varying the distance between the baniers.*

Keyword : ***Intensity of sound, Noise, Distance Barrier***

PENDAHULUAN

Menurut Sundari, kebisingan adalah suara yang berlebihan, tidak diinginkan dan sering disebut "polusi tak terlihat" yang menyebabkan efek fisik dan psikologis. Efek fisik berhubungan dengan transmisi gelombang suara melalui udara, efek psikologis berhubungan dengan respon manusia terhadap suara.

Menurut Kep.MENLH/ No.48/1996 dan Suarna, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Salah satu sumber kebisingan yang paling penting di daerah perkotaan adalah lalu lintas jalan terutama yang berasal kendaraan bermotor.

Menurut Harsanto (1985) dalam Aisah, Tanjung dan Hadisusanto (2002), suara yang dikeluarkan oleh suara sumbernya dapat langsung diterima ataupun diterima secara tidak langsung. Langsung atau tidak langsungnya suara sampai ke penerima merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kebisingan. Di ruang terbuka, suara langsung akan diterima lebih keras daripada suara tidak langsung. Di ruang tertutup ada kalanya suara tidak langsung terdengar lebih keras akibat adanya efek pemantulan.

Berdasarkan KMLH (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup), (1996), suatu pemukiman tempat tinggal dikatakan tidak bising apabila mempunyai tingkat kebisingan tidak lebih besar dari 55 dB, dan beberapa bahan memiliki nilai ketahanan terhadap suara yang baik sehingga membuat bahan tersebut kedap suara (Handoko, 2010).

Di dalam dunia musik, kualitas suara adalah hal yang paling utama, karena suara dengan musik memiliki kaitan yang sangat erat. Tetapi di sisi lain, musik juga memiliki dampak negatif terhadap kesehatan, terutama bagi pendengaran. Untuk menghindari dampak tersebut dibutuhkan "penyerap suara" yang tidak hanya berfungsi untuk menahan suara ke luar ruangan, tetapi juga berfungsi untuk menambah kualitas kenyamanan pendengaran terhadap gema, dengung, dan bising yang dihasilkan oleh musik di dalam ruangan.

Penyerap suara dapat menahan, memblok, dan menyerap gema dari suara yang dihasilkan oleh musik, sehingga dapat mencegah kebisingan suara yang berlebih (Hanafi, 2010).

Menurut Suratmo (1982) dalam Aisah, Tanjung, dan Hadisusanto, (2002), ada tiga cara pengendalian kebisingan yaitu mengurangi vibrasi sumber kebisingan, menutupi sumber suara, dan membuat penghalang sumber suara. Menurut Kusuma, Sudibyakto, dan Galuh (2003), penghalang pagar masif memiliki nilai koefisen peredaman sebesar 0, 12.

Menurut Koenigsberger, dkk (1975) dalam Setiawan (2010), bahwa untuk mengontrol kebisingan dapat dilakukan dengan mereduksi kebisingan melalui bermacam-macam tipe krepyak pada lobang ventilasi, bahkan menurut perhitungan Koenigsberger, dkk (1975), dengan krepyak tipe *lining* dengan sudut miring 45^o jika pada awalnya bising yang direfleksikan 95% diubah menjadi 25%, menghasilkan reduksi 6 dB. Tetapi jika kedua sisi krepyak atas dan bawah diberi peredam, hanya 6,25% saja yang direfleksikan, menghasilkan total reduksi 12 dB.

Untuk mengetahui upaya peredaman kebisingan suara perlu dilakukan penelitian peredaman suara untuk mengurangi terjadinya kebisingan dengan menggunakan berbagai variasi jarak antar penghalang.

KEBISINGAN

Kebisingan didefinisikan sebagai bunyi yang tidak dikehendaki dan menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitar (Suma'mur 1996). Menurut Al-Janan dan Subagio (2004), polusi suara/kebisingan adalah semua bunyi yang mengalihkan perhatian, mengganggu, atau berbahaya bagi kegiatan sehari-hari. Suara dianggap bising tidak hanya tergantung pada tingkat tekanan bunyi saja, tetapi juga pada frekwensi, kesinambungan, waktu terjadinya, dan isi informasi serta aspek subjektif penerima. Polusi suara secara tidak langsung dapat mengganggu kesehatan, antara lain menyebabkan kegelisahan, kejenuhan mendengar, sakit lambung, gangguan peredaran darah, dan bahkan kehilangan kemampuan pendengaran.

Pada dasarnya bising dan suara adalah sama dalam sifat–sifat fisiknya, jadi perbedaanya hanya terletak pada opini subjektif dari orang–orang yang mendengarkannya. Boleh jadi musik rock bagi kaum muda merupakan hal biasa, dianggap sangat bising bagi kaum tua (Handoko, 2010).

Tabel 1. Parameter percakapan sehari – hari

Normal	Tidak mengalami kesulitan dalam percakapan biasa (6m)
Sedang	Kesulitan dalam percakapan sehari – hari mulai jarak > 1,5 m
Menengah	Kesulitan dalam mendengar percakapan keras sehari – hari mulai jarak 1,5 m
Berat	Kesulitan dalam mendengar percakapan keras pada jarak > 1,5 m
Sangat berat	Kesulitan dalam mendengar percakapan keras pada jarak < 1,5 m
Tuli total	Kehilangan kemampuan pendengaran dalam berkomunikasi

(Sumber : Buchori, 2007)

INTENSITAS DAN TARAF INTENSITAS GELOMBANG BUNYI

Menurut Halliday dan Resnick, 1978 dalam Siregar (2009), intensitas gelombang bunyi didefinisikan sebagai energi yang dipindahkan per satuan luas per satuan waktu atau daya per satuan luas yang tegak lurus pada arah rambat gelombang. Secara matematis dituliskan sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Intensitas bunyi terkecil yang masih menimbulkan rangsangan pendengaran pada manusia adalah 10^{-12} W/m^2 yang disebut intensitas ambang pendengaran (I_0). Intensitas terbesar yang masih dapat diterima telinga manusia adalah 1 W/m^2, yang disebut intensitas ambang perasaan. Taraf intensitas bunyi adalah logaritma perbandingan antara intensitas bunyi dan intensitas ambang pendengaran. Secara matematis dapat dituliskan :

$$TI = 10\log\frac{I}{I_o}$$

Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Pengukuran kebisingan lingkungan paling umum digunakan adalah dengan tingkat tekanan bunyi sinambung setara (L_{eq}) dengan referensi waktu 24 jam (T = 24) sehingga L_{eq} (24 jam) dapat dihitung dengan rumus :

$$L_{eq}(24\ jam) = L_{SM} = 10\log_{10}\left[\frac{1}{24}\left(\sum_{i=1}^{24} t_i.10^{l_i/10}\right)\right]$$

L_{SM} adalah tingkat kebisingan siang-malam

L_i adalah tingkat tekanan bunyi dalam interval waktu t_i

Pada Kepmen LH Nomor 48, kebisingan siang hari (L_S) yaitu dari jam 06.00 pagi hingga jam 22.00 malam sedangkan kebisingan malam hari (L_M) dari jam 22.00 malam hingga jam 06.00 pagi. Rumus 6, 7 dan 8 berturut-turut adalah untuk menghitung L_S, L_M dan L_{SM}menurut :

$$L_{eq}(siang) = L_S(16\,jam) = 10\log_{10}\left[\frac{1}{16}\left(\sum_{i=1}^{4} t_i.10^{l_i/10}\right)\right]$$

$$L_{eq}(malam) = L_M(8\,jam) = 10\log_{10}\left[\frac{1}{8}\left(\sum_{i=5}^{7} t_i.10^{l_i/10}\right)\right]$$

$$L_{eq}(siang-malam) = L_{SM}(24\,jam) = 10\log_{10}\left[\frac{1}{24}\left(16.10^{L_S/10} + 8.10^{(L_M+5)/10}\right)\right]$$

Dimana :

L_S adalah tingkat kebisingan sian

L_M adalah tingkat kebisingan malam

t_i adalah selang waktu pengukuran

L_i adalah Leq pada selang waktu tertentu

Menurut KepMen LH No. 48 Tahun 1996, baku mutu kebisingan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Baku Mutu kebisingan

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	
- Stasiun Kereta Api	70
- Pelabuhan Laut	60
- Cagar Budaya	
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. tempat Ibadah atau sejenisnaya	55

Sumber : Kep-48/MenLH/11/1996

AKUSTIK RUANGAN

Ada dua hal yang berkaitan dengan karateristik permukaan dalam ruangan, yaitu apabila seluruh permukaan dalam ruangan bersifat sangat menyerap dan seluruh permukaan dalam ruangan bersifat sangat memantulkan energi suara yang sampai kepadanya. Bila permukaan dalam ruang seluruhnya sangat menyerap, maka komponen suara yang sampai ke pendengar hanyalah komponen langsung saja, dan ruangan seperti ini disebut ruang *anechoic chamber*. Sedangkan pada ruang yang seluruh permukaannya bersifat sangat memantulkan energi, maka komponen suara pantul akan jauh lebih dominan dibandingkan dengan komponen langsungnya, ruang seperti ini disebut *reverbration chamber*. Ruangan yang kita gunakan pada umumnya berada pada dua hal itu sesuai dengan fungsinya. Misalnya Ruang studio rekaman lebih mendekati ruang *anechoic*, sedangkan ruangan yang berdinding keras lebih menuju ke ruang *reverbration* (Mediastika, 2005).

Desain akustik ruangan tertutup pada intinya adalah mengendalikan komponen suara langsung dan pantul, dengan cara menentukan karateristik permukaan dalam ruangan sesuai dengan fungsinya. Ada ruangan yang karena fungsinya memerlukan lebih banyak karateristik serap (studio, home theater, dll), dan ada yang memerlukan gabungan antara serap dan pantul yang berimbang (auditorium, ruang kelas, dsb), (Mediastika, 2005). Menurut Hanafi, (2010), karateristik permukaan ruangan pada umumnya dibedakan atas:

a. Bahan penyerap suara (*absorber*), yaitu permukaan yang terbuat dari material yang menyerap sebagian atau sebagian besar energi suara yang datang padanya. Misalnya *glaswool, mineral woo , foam*. Bisa berwujud sebagia material yang berdiri sendiri atau digabungkan menjadi sistem absorber.
b. Bahan pemantul suara (*reflektor*), yaitu permukaan yang terbuat dari material yang bersifat memantulkan sebagian besar energi suara yang datang kepadanya. Pantulan yang dihasilkan bersifat *spekular* (mengikuti kaidah snelius : sudut datang = sudut pantul). Contoh dari bahan ini antara lain, keramik, marmer, alumunium, dsb.
c. Bahan *pendifuse*/penyebar suara (*diffusor*), yaitu permukaan yang dibuat tidak merata dan menyebarkan energi suara yang datang. Misalnya QRD diffuser, BAD panel, dsb.

PENGENDALIAN KEBISINGAN

Pengendalian kebisingan secara umum harus merujuk pada penataan bunyi, menurut Satwiko (2004) akan melibatkan 4 elemen yaitu sumber suara, media, penerima bunyi dan gelombang bunyi. Menurut Egan (1998), pengurangan kebisingan dapat dilakukan pada 3 aspek yaitu sumber, media dan penerima. Menurut Suratmo, 1982 dalam dalam Aisah, Djalal Tanjung dan Hadisusanto, 2002, ada tiga cara pengendalian kebisingan yaitu :

1. Mengurangi vibrasi simber kebisingan, berarti mengurangi tingkat kebisingan yang dikeluarkan sumbernya.
2. Menutupi sumber suara, berarti melemahkan kebisingan dengan bahan penyerap suara/peredam suara.
3. Menanam pagar dan tanaman peredam suara.

Menurut Kusuma, Sudibyakto dan Galuh (2003) tingkat kebisingan lalulintas dipengaruhi oleh jarak pengukuran, jumlah kendaraan dan berbagai jenis penghalang. Menurut Ratnaningsih (2010), bentuk dan kondisi vegetasi hutan kota yaitu berbentuk jalur dan gerombol mempengaruhi tingkat kebisingan, artinya bentuk dan kondisi vegetasi hutan bergerombol mempunyai peranan yang sangat baik untuk peredam kebisingan. Pohon dapat meredam suara dengan cara mengabsorpsi gelombang suara oleh daun, cabang, dan ranting. Jenis tumbuhan yang paling efektif untuk meredam suara adalah yang mempunyai tajuk tebal dengan daun yang rindang. Dedaunan tanaman dapat menyerap kebisingan sampai 95% (Grey dan Deneke, 1978 dalam Samsoedin, 2007), dengan menanam berbagai jenis tanaman dengan berbagai strata yang cukup rapat dan tinggi akan dapat mengurangi kebisingan, khususnya dari kebisingan yang sumbernya berasal dari bawah.

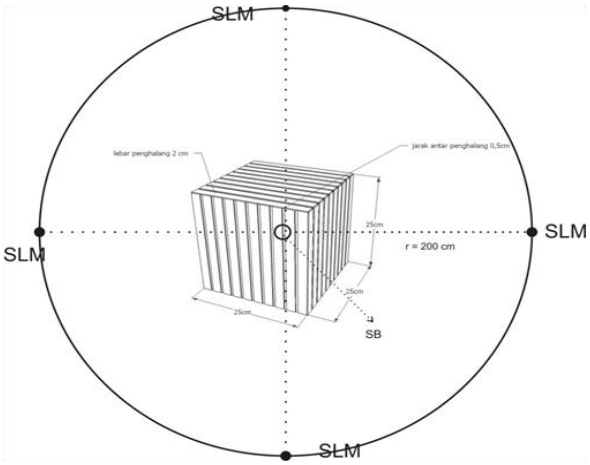
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2012, bertempat di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas PGRI Palembang. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah : 1 buah rangka kubus dari kayu, speaker yang dihubungkan dengan laptop, sound level meter, stopwatch, mistar, dan meteran. Adapun bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah kayu dengan panjang 25cm, lebar 2cm, dan tebal 7mm sebagai penghalang. Metode penelitian ini adalah eksperimen yaitu pengambilan data secara langsung dari lapangan. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap, dengan 4 perlakuan yaitu kontrol tanpa penghalang, dan jarak antar penghalang (0,5 cm, 1 cm, dan 2 cm). Parameter yang dinilai adalah tingkat kebisingan, dengan jarak ukur intensitas suara 2 meter dari sumber bunyi, dan pengukuran dilakukan dengan 4 ulangan.

PROSEDUR PENELITIAN

1. Fase sebelum pengambilan data
   a. Buat lingkaran dengan jari–jari 2 meter sebagai titik pengukuran
   b. Membuat rangka kubus dengan panjang sisi 25 cm.
   c. Membuat penghalang dengan lebar 2 cm.
   d. Menentukan interval pengambilan data, dan durasi pengambilan data.
   e. Mempersiapkan sound Level Meter.

2. Fase pengambilan data
   a. Hidupkan *sound level meter*, dan atur pada *slow response*.
   b. Letakkan rangka kubus tanpa penghalang, dan *sound level meter* berada pada jarak pengukuran yang telah ditentukan.
   c. Letakkan speaker sebagai sumber bunyi di tengah–tengah rangka kubus.
   d. Hidupkan speker dengan volume maksimum, biarkan selama 30 detik.
   e. Baca taraf intensitas bunyi dengan jarak yang telah ditentukan
   f. Ulangi langkah a sampai e, dengan memasang penghalang yang berjarak antar penghalang 0,5 cm, 1 cm, dan 2 cm.



Gambar 1. Proses pengambilan data

3. Analisis data

Data yang diperoleh dari penelitian akan dianalisis dengan menggunakan analisis regresi dengan bantuan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian didapatkan nilai intensitas suara rata-rata yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. Hasil penelitian pengukuran taraf intensitas suara

Jarak antar penghalang	Taraf Intensitas Suara (dB)				TI rata-rata	Reduksi suara (%)
	1	2	3	4		
Kontrol	81.7	82.1	82.4	82.7	82.225	-
0.5 cm	78.1	77.8	78.3	78.1	78.075	5.04
1 cm	80.7	78.8	79.3	79.5	79.575	3.22
2 cm	80.9	8181.5	80.4	81.6	81.1	1.36

Dari tabel 3 data hasil pengukuran, terlihat bahwa semakin kecil jarak antar penghalangnya maka taraf intensitas suara yang dihasilkan semakin kecil dibandingkan dengan taraf intensitas suara yang dihasilkan bila tidak memakai penghalang. Pada pengukuran dengan menggunakan jarak antar penghalangnya 2 cm didapatkan taraf intensitas suara rata-rata sebesar 81,1 dB dan reduksi sebesar 1,36%, jarak antar penghalangnya 1 cm sebesar 79,575 dB dan reduksi sebesar 3,22 %, jarak antar penghalangnya 0,5 cm sebesar 78,075 dB dan reduksi sebesar 5,04 % , dan bila tanpa menggunakan penghalang sebesar 82,225 dB.

Energi suara yang dipancarkan oleh sumber suara akan diterima langsung oleh penerima suara apabila gelombang suara yang menjalar tidak menemui hambatan. Penurunan energi suara pada peristiwa seperti ini

hanya terjadi sebagian kecil yaitu diakibatkan adanya penyerapan energi suara oleh udara di atmosfer. Dengan dipasangnya penghalang, maka suara yang akan langsung diterima oleh pendengar dapat dihambat dan terjadi penurunan energi suara yang signifikan yang diterima oleh pendengar. Hal ini disebabkan energi suara yang datang kepada penghalang tersebut ada yang dipantulkan kembali ke arah sumber suara, dan ada yang diserap sehingga intensitas yang sampai ke pendengar menjadi berkurang (Akil, dkk, 1998).

Menurut Satwiko (2004) dalam Setiawan (2010), gelombang bunyi dapat merambat langsung melalui udara dari sumbernya ke telinga manusia, gelombang bunyi dapat juga terpantul-pantul terlebih dahulu oleh permukaan bangunan, menembus dinding, membelok, menyebar, atau merambat melalui struktur bangunan. Perjalanan bunyi dari sumbernya ke telinga manusia akan sangat menentukan kualitas dan kuantitas bunyi tersebut. Oleh karena itu pengolahan 'jalan' bunyi tadi menjadi sangat penting supaya bunyi sesuai dengan keinginan penerima bunyi.

Kebisingan yang timbul diatas ambang batas yang diijinkan akan bersifat destruktif terhadap sistem secara keseluruhan. Begitu pula bila ditinjau secara non-teknis, kebisingan dapat menurunkan performa kerja manusia yang terlibat secara langsung ataupun tidak langsung dengan sumber bunyi tersebut. Untuk mengatasi kebisingan tersebut, salah satu caranya adalah dengan meletakkan peredam yang berupa penghalang antara sumber bunyi dengan pendengar. Secara prinsip, elemen dengan tingkat peredaman yang tinggi dapat diperoleh pula dengan cara menyusun, atau menumpuk beberapa elemen menjadi lapisan-lapisan yang memiliki rongga atau celah. Penggunaan bahan yang memiliki rongga atau celah semacam ini akan memperbesar refraksi gelombang suara, sehingga perambatan suara yang terjadi menjadi minimal (Setiawan, 2010).

Bangunan peredam kebisingan merupakan bangunan penghalang pada jalur perambatan suara dengan bentuk dan bahan tertentu yang diperuntukkan sebagai alat menurunkan intensitas suara yang berasal dari sumber suara. Kinerja bahan penghalang ini dipengaruhi oleh panjang dan tinggi bangunan (Umiati, 2012).

Dari hasil tersebut terlihat bahwa semakin kecil jarak antar penghalangnya, maka semakin baik kemampuannya untuk mereduksi suara yang keluar, karena semakin kecil jarak antar penghalangnya maka semakin banyak celah yang ada, dan semakin besar pula kemampuannya untuk mereduksi intensitas suara yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk mereduksi intensitas suara yang keluar dapat dilakukan dengan cara membuat variasi jarak antar penghalang. Dimana jarak antar penghalang 0,5 cm mampu mereduksi suara sebesar 5,04%, jarak antar penghalang 1 cm mampu mereduksi suara sebesar 3,22% dan jarak antar penghalang 2 cm mampu mereduksi suara sebesar 1,36 %. Untuk memaksimalkan kemampuan mereduksi suara dapat dilakukan dengan memperkecil jarak antar penghalang yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Akil, AH, Suwandi, A, Suwono, Supriatna, Y. 1998. *Pengujian Berbagai Model Penghalang Bising Untuk Menangkal Kebisingan Lalu lintas Dengan Teknik Model Skala Akustik*. Puslitbang KIM-LIPI. Serpong.

Aisah, S, Tanjung, D, dan Hadisusanto, S. 2002. Kajian Vegetasi Sebagai Peredam Kebisingan Yang Ditimbulkan Oleh Kereta Api Di Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Teknosains*. Program Studi Ilmu Lingkungan. Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Al-Janan, D.H dan Subagio. 2004. *Uji Efisiensi Kinerja Konfigurasi Splitter Duct Silencer.* Teknosains. Program Studi Teknik Mesin. Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Buchori. 2007. *Kebisingan Industri dan Hearing Conversation Program*. USU Repoistory.

Hanafi. 2010. *Penyerapan Bunyi Oleh Dinding dan Lapisan*. UNS Repoistory.

Handoko, S. 2010. *Kebisingan dan Pengaruhnya Pada Lingkungan Hidup*. Universitas Mercu Buana. Jakarta

Ishaq, M. 2007. *Fisika Dasar Edisi II*. Yogyakarta :Penerbit Graha Ilmu

Mediastika. 2005. *Akustika Bangunan : prinsip-prinsip dan penerapannya di Indonesia. Erlangga. Bandung.*

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.48. 1996. *Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta.

Kusuma P, Sudibyakto dan Galuh, D. 2003. *Analisis Sifat Akustik Pagar Pembatas Sebagai Peredam Bising Kendaraan Bermotor.* Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Indonesia.

Ratnaningsih, AT dan Suhesti, E. 2010. Peran Hutan Kota Dalam Meningkatkan Kualitas Lingkungan. *Journal of Environmental Science*. Ilmu Lingkungan. Fakultas Kehutanan. Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru.

Resnick, H. 1985. *Fisika.* Jilid 1 Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta

Samsoedin, I dan Subiandono, E. 2007. Pembangunan dan Pengelolaan Hutan Kota. *Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian*.

Setiawan, FM. 2010. *Tingkat Kebisingan Pada Perumahan Perkotaan*. Jurnal Teknik Sipil UNNES. Semarang

Siregar, HL. *Analisis Tingkat Kebisingan Auditorium di Universitas Sumatera Utara*. USU. Medan.

Suarna, IW. Kusuma, K dan Wijana, S. *Permasalahan Kebisingan Kota Denpasar.* Pusat Penelitian Lingkungan Hidup. Universitas Udayana.

Suma'mur. 1996. Hegiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja. Yayasan Swadayakerja. Jakarta.

Sundari E.S. Studi Untuk Menentukan Fungsi Hutan Kota Dalam Masalah Lingkungan Perkotaan. Jurnal PWK Unisba. Bandung.

Umiati, S. 2012. Pengaruh Pagar Tembok Terhadap Tingkat Kebisingan Pada Perumahan. *Jurnal Rekayasa Sipil*. USU. Medan.

Young and Freedman. 1999. *Fisika Universitas,* Jilid 2 Edisi ke-10. Erlangga. Jakarta