

LAPORAN FINAL



PENELITIAN HIBAH KOMPETENSI

**Judul Kegiatan:**

Persepsi dan Fakta  
terhadap Penggunaan Tanaman untuk Mereduksi Kebisingan  
pada Ruang Kantor Berbentuk *Open Plan*

**Nama Ketua Tim:**

Christina E. Mediatika, Ph.D

**Anggota:**

Floriberta Binarti

L. Indah M. Yulianti

*Angkatan tahun 2010 (tahun ke-2)*

Dibiayai melalui:



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

DESEMBER 2011

**LAPORAN FINAL**  
**PENELITIAN HIBAH KOMPETENSI**

1. Judul Kegiatan : Persepsi dan Fakta terhadap Penggunaan Tanaman untuk Mereduksi Kebisingan pada Ruang Kantor Berbentuk *Open Plan*
2. Kata Kunci (Inggris) : indoor noise, noise intensity, absorption coefficient, Sansevieria trifasciata, Philodendron scandens
3. Jenis Kegiatan : Penelitian dilanjutkan Pengabdian pada Masyarakat
4. Nama Ketua Tim / Anggota : Christina E. Mediastika/ Floriberta Binarti dan  
L. Indah M. Yulianti
5. Jurusan : Arsitektur  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Atma Jaya Yogyakarta
6. Alamat : Jl. Babarsari 44 Yogyakarta 55281  
No. Telepon/Faks : 0274-487711  
E-mail : utami@mail.uajy.ac.id  
No. Telepon : 08164895203
7. Lamanya Kegiatan : 2 tahun
8. Biaya diterima tahun 2 (70%) : Rp 51.537.500,- (bersih setelah pokok pajak 3 kali dan institusional fee)

Mengetahui,  
Ketua LPPM,

DR. IR.Y. Djarot Purbadi, M.T.

Yogyakarta, Desember 2011  
Ketua Tim Pelaksana,

Christina E. Mediastika, PhD

Mengetahui  
Pimpinan Perguruan Tinggi,

DR. R. Maryatmo, M.A.

Rektor

**SUSUNAN ORGANISASI, TUGAS, DAN PEMBAGIAN WAKTU KETUA  
DAN ANGGOTA TIM PELAKSANA<sup>\*)</sup>**

No	Nama	Jabatan Dalam Tim	Tugas Dalam TIM (diuraikan dengan rinci)
	Nomor Pokok Pegawai (NPP)	Alokasi Waktu, Jam/Minggu	
1.	Christina E. Mediatika (Bidang Studi Arsitektur Spesialisasi Akustika Bangunan)	Ketua Tim Peneliti	Pembawa ide-ide dasar penelitian, koordinator, menjaga alur penelitian pada tempatnya, mengelaborasi dan mencari solusi bagi permasalahan yang timbul selama penelitian hingga pelaporan, sosialisasi dan pembuatan buku ajar.
	08.95.559	20 jam/ minggu, setiap tahun penelitian bekerja efektif selama 8 bulan dengan perkiraan penelitian dimulai Februari /Maret dan berakhir Oktober/November	Mengepalai proses pengujian di laboratorium dan analisis data menuju pada kesimpulan dan rekomendasi untuk penelitian tahap/tahun berikutnya.
2.	Fl. Binarti (Bidang Studi Arsitektur Spesialisasi Komputasi dan Digital Arsitektur)	Peneliti Anggota 1	Mempersiapkan dan menganalisis data lapangan terkait pengukuran tingkat kebisingan
	07.94.520	10 jam/ minggu, setiap tahun penelitian bekerja efektif selama 6 bulan yaitu terutama pada masa pengambilan data/pengujian. Terlibat pada tahun 1 dan 3.	
3.	L. Indah Murwani Yulianti (Bidang Studi Biologi Botani)	Peneliti Anggota 2	Mempersiapkan dan menganalisis data survey kuesioner
	07.92.397	10 jam/ minggu, setiap tahun penelitian bekerja efektif selama 6 bulan yaitu terutama pada masa pengambilan data/pengujian. Terlibat pada tahun 2 dan 3.	

## **RINGKASAN**

Penelitian mengenai "Persepsi dan Fakta terhadap Penggunaan Tanaman untuk Mereduksi Kebisingan dalam Ruang Kantor Berbentuk Open Plan' tahun pertama telah dilaksanakan dengan mengambil lokasi dan responden kantor dan karyawan Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Hasil penelitian tahun pertama menunjukkan tidak adanya korelasi antara persepsi dan fakta penurunan tingkat kebisingan, yaitu bahwa hasil pengukuran tingkat kebisingan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sebelum dan setelah ditematkannya tanaman (hanya berkisar 0,33 dB s.d. 3,97 dB), namun di sisi lain, mayoritas responden (60%) menyatakan telah merasakan adanya penurunan kebisingan. Sementara itu hasil pengujian koefisien serap daun di laboratorium juga tidak memperlihatkan adanya pola yang jelas.

Temuan tahun pertama yang tidak mudah disimpulkan ini kemudian diperkuat dengan tahun ke dua, yang sekaligus ditujukan untuk mencari perbandingan persepsi antara karyawan yang bekerja pada kantor bersifat pelayanan dengan tingkat gangguan tinggi (ruang TU FT-melayani dosen dan mahasiswa), dengan karyawan yang bekerja pada kantor privat dan secara umum bekerja secara individual (karyawan bagian design grafik PT. Alstom Power Surabaya).

Secara sekilas (mengingat analisis belum dilaksanakan secara tuntas), dari penelitian tahun ke dua dapat disimpulkan bahwa tingkat kebisingan terukur di dalam ruang kantor baik sebelum penempatan tanaman maupun setelah penempatannya, secara umum sama, yaitu 58,27 dB (tanpa tanaman), 58,44 (Sansevieria), 57,75 (Scindapsus) dan 58,05 (Sansevieria+Scindapsus). Hasil pengumpulan pendapat melalui survey kuesioner memperlihatkan bahwa mayoritas karyawan memang tidak merasakan perbedaan tingkat kebisingan (68,75%). Hal yang menarik untuk dikemukakan adalah bahwa mayoritas merasa tidak terganggu (71,88%) dengan tingkat kebisingan ruang kantor yang secara rerata mencapai 58 dB, yang mana sesungguhnya berada cukup jauh dari baku kebisingan ruang kantor 45 dB. Hal lain adalah persepsi sebagian karyawan yang merasa kehadiran tanaman mengurangi kebisingan (21,88%). Sementara hal menarik terakhir yang dijumpai adalah sekalipun mayoritas menyatakan tidak merasa terganggu dengan tingkat kebisingan yang ada dan tidak merasakan perbedaan tingkat kebisingan dengan kehadiran tanaman, namun 43,75% responden menghendaki adanya perbaikan keadaan ruangan, sekalipun tidak dapat dijelaskan secara rinci, perbaikan seperti apa yang dikehendaki, karena sangat dimungkinkan tidak terkait kebisingan. Hal ini juga merupakan temuan penelitian tahun pertama yang mayoritas karyawan menghendaki adanya perbaikan ruangan. Hasil pengujian koefisien serap daun tahun ke dua, menunjukkan pola serapan yang lebih jelas, dan pada frekuensi acuan 500Hz, Sansevieria dan Scindapsus memiliki koefisien serap cukup rendah yaitu: 0,228 dan 0,242. Secara umum, hampir pada keseluruhan octave band frekuensi yang diuji, Scindapsus memiliki koefisien serap yang lebih tinggi dari Sansevieria.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Penggunaan tanaman pada bangunan dan lingkungan binaan telah lama diterapkan. Hal ini terutama ditujukan untuk menampilkan aspek keindahan, meski sesungguhnya tanaman telah terbukti juga mampu menyerap polusi (Kusmaningrum 1997/1998) dan menciptakan iklim mikro yang lebih baik (Valesan, dkk, 2008). Penelitian lain yang lebih spesifik juga menunjukkan bahwa penggunaan tanaman di dalam ruang, mampu mengurangi tingkat polusi di dalam ruangan (Bonem, 1989 dan Mediastika, 2002). Wolverton (2008). bahkan merekomendasikan tanaman dengan persyaratan tertentu untuk dapat berfungsi baik di dalam ruangan, semisal tanaman dengan kebutuhan sinar matahari dan air yang rendah. Salah satu yang disarankan untuk digunakan adalah *Sansevieria trifasciata*, atau di Indonesia lebih dikenal dengan nama lidah mertua.

Selain mampu menyerap polutan, sebagian orang percaya bahwa tanaman juga mampu mengurangi masuknya kebisingan dari luar ke dalam bangunan, meski sebagian sisanya belum percaya akan hal ini (<http://forum.doityourself.com/fences-gates/201981-how-make-sound-proof-fence.html>, diunduh pada 13 November 2009 dan [http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/faq\\_nois.htm#note13](http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/faq_nois.htm#note13), diunduh pada 13 November 2009). Ketidakpercayaan sebagian orang terhadap kemampuan tanaman untuk meredam kebisingan disebabkan oleh kondisi fisik tanaman yang tidak dapat sepenuhnya mencapai keadaan yang padat dan solid sebagaimana persyaratan dasar material yang berfungsi untuk meredam kebisingan (Freeborn & Turner, 1988/1989). Meski demikian, penelitian lain membuktikan bahwa tanaman tertentu dimungkinkan menyerap sebagian kecil bunyi dan membelokkan arah penyebaran bunyi (Costa & James, 1995). Selanjutnya ditarik suatu hipotesa bahwa kemampuan tanaman untuk menyerap bunyi akan berlangsung lebih baik di dalam bangunan, karena tingkat keras dan getaran yang ditimbulkan lebih kecil dari pada sumber bunyi yang berasal dari luar ruangan.

Penelitian yang dilaporkan kali ini adalah penelitian tahun ke dua dari rangkaian penelitian selama dua tahun. Pada penelitian tahun pertama dilaporkan suatu kesimpulan sebagai berikut:

#### A. Persepsi responden

- Mayoritas responden menyatakan bahwa tingkat kebisingan di dalam ruangan yang diteliti dianggap biasa atau tidak mengganggu kegiatan perkantoran (80%).
- Setengah dari responden mengetahui bahwa tanaman dapat mengurangi kebisingan, setengah sisanya tidak memiliki informasi apapun mengenai hal ini.

- Mayoritas responden berkeyakinan bahwa tanaman dapat mengurangi kebisingan (70%).
- Mayoritas responden menyatakan kemampuan mengurangi kebisingan ini karena kemampuan daunnya dalam menyerap bunyi.
- Mayoritas responden menyatakan kehadiran tanaman di dalam ruangan kantor tidak mengganggu (80%)
- Mayoritas responden menyatakan bahwa setelah tanaman ditempatkan, kebisingan di dalam ruangan terasa berkurang (60%)

Kesemua pendapat yang dinyatakan oleh responden sebagaimana tersebut di atas, ternyata tidak dipengaruhi oleh faktor usia maupun masa kerja di ruangan tersebut, karena baik usia maupun masa kerja responden cenderung memiliki rentang yang luas. Usia dengan rentang 36 s.d. 55 tahun dan masa kerja dengan rentang 0 s.d. diatas 5 tahun (ada yang mencapai 20 tahun).

#### B. Pengukuran kebisingan

Hasil pengukuran kebisingan di ruangan tersebut menunjukkan bahwa sesungguhnya tingkat kebisingan tidak berubah secara signifikan antara pengukuran yang dicatat tanpa tanaman (keadaan ruang sesungguhnya) dan pengukuran setelah dua jenis tanaan ditempatkan. Perbedaan tingkat kebisingan yang berkisar antara 0,33 dB s.d. 3,97 dB, secara akustik tidak dianggap signifikan karena telinga manusia sesungguhnya tidak peka terhadap perbedaan sekecil ini (Mediastika, 2005). Perbedaan baru dapat dirasakan pada selisih naik atau turun sebesar 7 dB, dan dirasakan signifikan pada naik/turun sebesar 10 dB (Mediastika, 2005).

#### C. Pengujian koefisien serap

Sementara itu dari hasil pengujian koefisien serap daun, menunjukkan pola fluktuasi koefisien serap terhadap frekuensi yang tidak beraturan atau tidak memiliki kecenderungan tertentu. Secara umum, kedua jenis daun, baik *Sansevieria* maupun *Scindapsus* memiliki kecenderungan memiliki koefisien serap yang besar terhadap frekuensi rendah (250 Hz s.d. 500 Hz). Khusus untuk jenis *Scindapsus* juga diikuti dengan koefisien serap yang besar pada frekuensi 5000 Hz.

Secara akustik, biasanya digunakan frekuensi 500 Hz sebagai acuan (Egan, 1972) pada angka koefisien serap yang berfluktuasi. Sehingga dalam hal ini koefisien serap *Sansevieria* dicatat 0,37 dan *Scindapsus* 0,98. Koefisien serap mendekati 1 (sempurna) dalam kasus pengujian daun *Scindapsus* dianggap sedikit berlebihan dan patut diduga ada kesalahan teknis

dalam pengujian untuk frekuensi dimaksud. Hal ini disebabkan karena sifat permukaan daun *Scindapsus* yang cenderung tipis dan halus (pori kecil) yang secara teoritis semestinya tidak menghasilkan koefisien serap yang demikian besar mendekati sempurna. Koefisien serap yang besar umumnya dimiliki oleh material lunak dengan ketebalan lebih 1 cm dan sifat pori-pori yang menonjol. Sementara ketebalan daun *Scindapsus* maksimal hanya 0,33 cm.

#### D. Korelasi

Dari kesimpulan yang berhasil ditarik pada aspek responden, pengukuran tingkat kebisingan dan pengujian koefisien serap, dapat ditarik kesimpulan lanjutan yang menunjukkan bahwa penurunan tingkat kebisingan yang dirasakan sebagian besar responden (60%) hanyalah merupakan persepsi responden semata, yang tidak didukung oleh hasil pengukuran tingkat kebisingan.

Namun demikian, melihat kemampuan serap dedaunan tanaman yang dipergunakan, semestinya kedua tanaman yang digunakan mampu memberikan penurunan tingkat kebisingan yang lebih berarti. Patut diduga, hasil pengujian koefisien serap yang tidak didukung oleh hasil pengukuran kebisingan, disebabkan oleh jumlah penempatan tanaman yang masih kurang dari yang telah dirancang. Dan patut diduga pula, dapat juga disebabkan oleh kekurangpadatan atau kekurangrimbunan tajuk daun tanaman-tanaman tersebut. Hal ini sangat dimungkinkan karena kurangnya waktu persiapan penelitian yang semula direncanakan 3 s.d. 5 bulan, turun hanya menjadi 1 bulan saja (lebih disebabkan waktu yang diberikan penyandang dana, antara pengumuman pemberian dana dan batas waktu pelaporan yang hanya berkisar 5 bulan, dari 8 s.d. 9 bulan yang direncanakan).

#### E. Rekomendasi

Penelitian tahun pertama memberikan indikasi terhadap pendapat responden bahwa tanaman dapat mengurangi tingkat kebisingan hanyalah persepsi saja. Indikasi ini perlu diperkuat dengan penelitian lanjutan pada responden yang lebih banyak dan luas, sehingga kesimpulannya menjadi lebih valid. Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk menyajikan hasil pengujian laboratorium terhadap koefisien serap yang lebih valid, sebab pada kali pertama ini, pengujian menghasilkan beberapa angka yang cenderung menyimpang.

Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk melihat toleransi responden terhadap tingkat kebisingan di dalam ruangan yang dimungkinkan berbeda antara mereka yang bekerja pada ruang open-plan dipisahkan oleh cubicle yang bekerja pada kantor persifat pelayanan (tahun I) dan kantor yang bersifat privat-profesional (tahun II).

Temuan atau kesimpulan yang ditarik pada penelitian tahun pertama, untuk sementara masih dianggap kesimpulan sementara yang perlu diperkuat dengan temuan dari penelitian tahun ke dua.

Penguatan atau validasi dari penelitian tahun ke dua diharapkan dapat dipertoleh mengingat:

- sifat ruang kantor yang lebih profesional dan karyawan lebih cenderung bekerja secara pribadi
- sifat pekerjaan karyawan bukan berupa pelayanan, sehingga toleransi terhadap kebisingan diharapkan lebih rendah
- jumlah responden lebih banyak dari pada tahun pertama. Tahun pertama, ruangan ditempati 10 orang yang keseluruhannya menjadi responden, sementara tahun ke dua, ruangan ditempati 32 orang yang secara keseluruhan juga menjadi responden.
- Tanaman yang dipergunakan lebih terencana, baik jumlah, kesiapan volume daun (tanaman dibiakkan secara baik sekitar 6 bulan sebelum dipergunakan)
- Waktu pengambilan data kebisingan lebih panjang dari penelitian tahun pertama. Pada tahun pertama pengambilan data kebisingan dilakukan selama 9 hari dalam rentang 3 minggu. Sementara untuk tahun ke dua dilakukan selama 12 hari dalam rentang 4 minggu.
- Pengujian/pengukuran koefisien serap dilakukan secara lebih terencana. Pada tahun pertama, koefisien serap diuji di Puslitbang Pemukiman Departemen Pekerjaan Umum di Bandung, dimana specimen atau benda uji membutuhkan waktu pengiriman dan persiapan uji sampai dengan 8 hari sejak spesimen disiapkan. Hal ini dikhawatirkan sebenarnya kondisi daun sudah berbeda jauh dari keadaan aslinya, seperti sudah mulai layu dan berubah warna. Sementara pada tahun ke dua, pengujian dilakukan di Laboratorium Akustik dan Getaran Teknik Mesin UGM, dengan rentang waktu antara kesiapan spesimen dan waktu pengujian hanya berselang 12 jam saja. Dalam keadaan ini, spesimen masih dalam kondisi sebagaimana umumnya daun segar.

## **2. Pertanyaan Penelitian**

Pertanyaan penelitian tahun ke dua tidak begeser jauh dari pertanyaan penelitian tahun pertama, sebab jawaban yang diperoleh pada tahun ke dua perlu divalidasi dengan data yang diperoleh pada tahun pertama. Adapun pertanyaan penelitian tahun ke dua adalah:

- a. Apakah benar bahwa tanaman jenis tertentu akan mampu menyerap kebisingan yang muncul di dalam ruangan, sehingga mengurangi kebisingan tersebut?
- b. Apakah tanaman dengan sifat-sifat fisik tertentu yang berbeda akan memberikan tingkat reduksi kebisingan yang berbeda pula?
- c. Apakah persepsi sebagian orang bahwa tanaman mampu mengurangi kebisingan dapat

dibuktikan melalui penelitian ini, atau sebaliknya hanya berupa persepsi yang berlebihan?

Untuk tahun ke dua ditambahkan pertanyaan penelitian sbb:

- d. Apakah ada perbedaan persepsi dan harapan dari orang-orang yang bekerja pada jenis kantor yang berbeda (dalam hal ini karyawan yang bekerja di bidang pendidikan, di mana potensi gangguan di dalam kantor cukup tinggi dan karyawan yang bekerja sebagai pegawai profesional, di mana potensi gangguan di dalam kantor rendah)?

Untuk pertanyaan a, b, c pada tahun pertama, kesimpulan yang dapat ditarik dari data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- a. Apakah benar bahwa tanaman jenis tertentu akan mampu menyerap kebisingan yang muncul di dalam ruangan, sehingga mengurangi kebisingan tersebut?

*Benar, hal ini dibuktikan oleh koefisien serapnya yang mencukupi, terutama pada frekuensi acuan yaitu 500 Hz, yang mencapai 0,37 pada tanaman Sansevieria. Untuk tanaman Scindapsus, sementara diabaikan karena hasil pengujian yang dianggap berlebihan.*

- b. Apakah tanaman dengan sifat-sifat fisik tertentu yang berbeda akan memberikan tingkat reduksi kebisingan yang berbeda pula?

*Ya, hal ini dibuktikan oleh angka koefisien serap yang berbeda, sekalipun secara umum dijumpai kecenderungan bahwa keduanya memiliki angka koefisien serap yang cenderung besar pada frekuensi rendah (200 Hz s.d. 500 Hz).*

- c. Apakah persepsi sebagian orang bahwa tanaman mampu mengurangi kebisingan dapat dibuktikan melalui penelitian ini, atau sebaliknya hanya berupa persepsi yang berlebihan?

*Penelitian pada tahun I ini, menunjukkan bahwa perasaan bahwa tingkat kebisingan yang turun di dalam ruangan tidak didukung oleh hasil pengukuran tingkat kebisingan, atau sebenarnya hanya merupakan persepsi responden saja.*

### **3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian tahun ke dua adalah untuk memperoleh jawaban yang lebih valid atas pertanyaan penelitian yang diajukan, baik diajukan pada tahun pertama maupun diajukan pada tahun ke dua. Secara umum, rangkaian penelitian selama dua tahun ini bertujuan untuk menyajikan fakta-fakta apakah sesungguhnya tanaman mampu mereduksi kebisingan secara signifikan, sebagaimana dipersepsikan sebagian besar orang. Fakta terukur yang diteliti adalah tingkat kebisingan dalam ruangan, sebelum dan setelah digunakannya tanaman (intensitas bunyi dalam dB) dan kemampuan serap daun (koefisien absorpsi). Apabila data lapangan dan persepsi masyarakat berkorelasi positif, maka penelitian ini juga bertujuan untuk menyajikan saran-saran perancangan ruang dalam, yang dapat ditempuh untuk mengurangi kebisingan. Selanjutnya

temuan penelitian dideseminasikan melalui jurnal (utamanya) dan seminar untuk menjadi bahan diskusi bagi para peneliti lain dalam *peer group*. Temuan penelitian juga disosialisasikan pada masyarakat umum melalui media cetak dan radio populer. Diskusi yang muncul melalui tulisan di jurnal, seminar, dan media populer akan menyempurnakan temuan penelitian sebagai bahan penyusun buku ajar yang menjadi muaranya.

#### **4. Target Luaran**

Luaran yang ditargetkan melalui program Hibah Kompetensi yang diusulkan selama 2 (dua) tahun ini adalah: **buku ajar** bagi mahasiswa S1 Arsitektur dan ilmu rancang bangun atau lingkungan binaan lainnya. Sementara itu target luaran setiap tahunnya adalah:

##### **Tahun I:**

- makalah untuk seminar
- artikel untuk jurnal terakreditasi internasional (jurnal yang dituju adalah Building and Environment, Elsevier)
- tulisan populer untuk media cetak
- materi untuk pengabdian melalui siaran radio

##### **Tahun II**

- makalah untuk seminar
- artikel untuk jurnal terakreditasi internasional (jurnal yang dituju adalah Building and Environment, Elsevier)
- tulisan populer untuk media cetak
- materi untuk siaran radio
- BUKU AJAR

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

Penelitian mengenai pemanfaatan tanaman untuk tujuan penyerapan polusi udara telah banyak dilakukan, yang signifikan diantaranya oleh Nani Kusmaningrum (1997/1998). Sementara penelitian mengenai perbaikan iklim mikro dalam ruangan karena penggunaan tanaman dilakukan oleh Valesan dkk (2008). Penelitian mengenai reduksi kebisingan oleh tanaman telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Pryandana (2000) dan Mediastika (2002) namun hal ini lebih pada penggunaan di luar ruang, demikian pula tingkat reduksi yang dihasilkan kurang signifikan dan dimungkinkan lebih karena faktor jarak dan bukan oleh tanaman itu sendiri. Sementara itu penelitian mengenai reduksi kebisingan oleh tanaman di ruang dalam telah dilakukan oleh Costa dan James (1995) menunjukkan tingkat reduksi kebisingan yang kurang berarti, termasuk penggunaan jenis tanaman yang membutuhkan tingkat pemeliharaan tinggi, sehingga menjadi kurang efektif apabila sungguh-sungguh diaplikasikan untuk penggunaan di dalam ruangan.

Penelitian tahun pertama melaporkan bahwa ada perbedaan signifikan antara kenyataan pengukuran di lapangan saat tanaman belum dipergunakan dengan setelah digunakannya tanaman, dengan persepsi pengguna ruangan. Hal ini juga berseberangan dengan data yang diperoleh dari hasil pengukuran mengenai koefisien serap bunyi oleh daun. Yaitu bahwa hasil pengukuran menunjukkan perbedaan tingkat kebisingan yang relatif tetap antara sebelum dan setelah digunakannya tanaman. Perbedaan yang dicatat berkisar 0,33 dB s.d. 3,97. Secara akustika, perbedaan ini dianggap tidak signifikan (Mediastika, 2005). Data pengujian koefisien serap pada frekuensi acuan (500Hz) menunjukkan angka serap yang tidak mengikuti pola beraturan, untuk *Sansevieria* 0,37 dan untuk *Scindapsus* 0,98. Sedangkan dari hasil survey kuesioner diperoleh kesimpulan bahwa 60% responden menyatakan setelah penempatan tanaman di dalam ruang, maka kebisingan di dalam ruang terasa turun. Oleh karena data-data yang diperoleh sulit untuk dikorelasikan satu dengan lainnya, maka temuan dari tahun pertama dikategorikan sebagai perlu divalidasi kembali. Penelitian tahun ke dua selain bertujuan untuk memvalidasi temuan tahun pertama juga ditujukan untuk memperoleh perbandingan pendapat responden untuk jenis kantor yang berbeda sifat, yaitu dari kantor dengan karyawan yang bersifat melayani publik dengan publik masuk-keluar ruangan kantor dan kantor privat yang cenderung bekerja secara pribadi.

Penggunaan tanaman sebagai objek penelitian adalah juga fokus penelitian tahun ke dua. Hal ini dikarenakan, tanaman memiliki keunikan sifat karena permukaan daunnya yang ditutupi oleh bulu halus dan keberadaan stoma, meski karakteristik bulu yang menutupi daun pada tanaman yang berbeda sangat bervariasi, begitu pula besar dan kerapatan stoma sangat bervariasi

(Fahn, 1982). Permukaan berbulu dan keberadaan stoma ini cukup identik dengan keadaan permukaan panel berpori yang dipergunakan untuk menyerap bunyi. Namun karena bulu dan stoma pada daun sangatlah halus/kecil, maka sebagaimana teori mengenai penyerapan bunyi, permukaan dedaunan hanya akan bekerja baik dalam menyerap bunyi berfrekuensi tinggi (McMullan, 1992). Bunyi berfrekuensi tinggi adalah bunyi yang tidak disertai geratan hebat, seperti bunyi-bunyi yang muncul di dalam ruang. Sementara bunyi berfrekuensi rendah memiliki panjang gelombang yang besar (White and Walker, 1982), yang tidak mampu ditangkap oleh stoma yang sangat halus/kecil. Hal ini juga dibuktikan oleh Costa dan James (1995) pada pengukuran koefisien serap beberapa jenis daun seperti disajikan pada Tabel 2.1.

*Table 2.1. Koefisien serap beberapa jenis daun (Costa dan James, 1995)*

<b>Absorption Coefficients</b>						
<b>Plant species</b>	<b>Sound Frequency (Hz)</b>					
	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
Ficus benjamina	0.06	0.06	0.10	0.19	0.22	0.57
Howea forsteriana	0.21	0.11	0.09	0.22	0.11	0.08
Dracaena fragrans	0.13	0.14	0.12	0.12	0.16	0.11
Spathiphyllum wallisii	0.09	0.07	0.08	0.13	0.22	0.44
Dracaena marginata	0.13	0.03	0.16	0.08	0.14	0.47
Schefflera arboricola	-	0.13	0.06	0.22	0.23	0.47
Philodendron scandens	-	0.23	0.22	0.29	0.34	0.72

Meski pada penelitian tersebut beberapa tanaman memiliki koefisien serap cukup baik (di atas 0,3), namun hampir secara keseluruhan tanaman-anaman tersebut memerlukan pemeliharaan yang sangat tinggi (<http://www.plant-care.com> (diunduh pada 12 November 2009).

Ficus benjamina, perlu dipelihara dalam tingkat kelembaban dan paparan sinar matahari secara tertentu agar daunnya tidak menjadi kuning. Howea forsteriana membutuhkan penyiraman yang sangat hati-hati dan sinar matahari dalam level tertentu agar dapat terus tumbuh. Dracaena (baik jenis fragrans maupun marginata) adalah jenis tanaman yang tangguh dan tidak memerlukan perhatian khusus, namun mereka dapat tumbuh lebih dari 3 m, sehingga hanya cocok bagi ruangan yang memiliki ketinggian plafon lebih dari 3 m atau harus mendapatkan pemangkasan berkala. Spathiphyllum wallisii membutuhkan sinar matahari terus menerus agar dapat berbunga. Schefflera arboricola membutuhkan pemangkasan teratur, sinar matahari dan penyiraman tertentu agar terus tumbuh. Sementara Philodendron scandens adalah jenis tanaman merambat sehingga memerlukan kerangka untuk tumbuh.

Tanpa mengurangi makna dari penelitian Costa dan James (1995), diluar tanaman yang telah diteliti, terdapat tanaman lain yang sangat tangguh dan tidak memiliki keterganungan yang tinggi terhadap penyirama dan sinar matahari, yaitu *Sansevieria trifasciata*. Kelebihan lain tanaman ini adalah ketika tanaman lain mengeluarkan CO<sub>2</sub> pada malam hari, *Sansevieria* justru memiliki kemampuan untuk mengubah CO<sub>2</sub> menjadi O<sub>2</sub> (Wolverton, 2008), sehingga amat sesuai ditempatkan di dalam ruangan. Setidaknya ada 600 jenis *Sansevieria*, namun yang paling dikenal adalah *Sansevieria trifasciata*, yang disebut juga snake plants atau di Indonesia “lidah mertua”. Tanaman ini berasal dari Afrika Barat. Ada sekitar 18 jenis *Sansevieria trifasciata*, sedangkan yang paling dikenal adalah *laurentii*, *hahnii*, and *golden hahnii*.



Gambar 2.1a, b, and c

2.1.a. *Sansevieria trifasciata laurentii* (tinggi langsing)

2.1.b. *Sansevieria trifasciata hahnii* (daun lebar dan pendek)

2.1.c. *Sansevieria trifasciata golden hahnii* (semacam hahnii namun bergaris luar kuning)

Karena merupakan keluarga tanaman kaktus, maka *Sansevieria trifasciata* tidak terlalu bergantung pada air. Dan meski berasal dari Afrika Barat yang memiliki sinar matahari berlimpah, tanaman ini tidak bergantung penuh pada matahari. Tanaman ini dapat diletakkan di dalam ruangan, bahkan pada posisi menjorok ke dalam yang tidak memperoleh sinar matahari sama sekali. Dia mampu bertahan tanpa sinar matahari samapai maksimal 2 minggu. Dari aspek estetika, tanaman ini juga memiliki kelebihan karena daunnya yang kaku dan tegak tidak mudah layu sehingga keindahannya bertahan lama meski tanpa sinar matahari dan air. *Sansevieria trifasciata laurentii*, yang memiliki fisik tinggi langsing; sebagaimana postur yang sesuai untuk menghalangi perambatan gelombang bunyi; dipilih untuk diteliti lebih lanjut. Sebagai pembanding sehingga dapat menghasilkan temuan yang komprehensif, *Philodendron scandens* juga akan diteliti. Alasan penggunaan *Philodendron scandens* sebagai pembanding, karena pada penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa tanaman ini memiliki koefisien penyerapan paling besar (Costa dan James,

1995). Tanaman ini juga tidak membutuhkan persyaratan khusus di dalam ruangan, kecuali kerangka sebagai tempat tumbuhnya. Jenis daun Philodendron scandens yang tipis, lunak dan bulat juga sangat berlawanan dengan jenis daun Sansevieria trifasciata yang tebal, kaku dan memanjang, sehingga sangat sesuai sebagai pembanding. Sebagaimana penelitian tahun pertama, kedua jenis tanaman ini yang direncanakan sebagai objek penelitian, namun karena keterbatasan ketersediaan Philodendron, maka kemudian digantikan oleh Scindapsus sp. Perbedaan dengan tahun pertama adalah ketersediaan waktu yang cukup untuk mempersiapkan tanaman yang akan digunakan, sehingga pada tahun ke dua, kedua tanaman yang digunakan berada dalam kondisi demensi penuh dan sehat (memenuhi tinggisekitar 80 cm) dalam kepadatan daun mencukupi. Sementara pada tahun pertama, ketinggian tanaman yang direncanakan tidak tercapai dan kelebatan daun juga kurang memenuhi karena terbatasnya waktu tersedia..



*Gambar 2.2. Philodendron scandens*

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilaksanakan merupakan elaborasi antara penelitian lapangan dan laboratorium. Pengambilan data dan analisis dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui wawancara berdasarkan daftar pertanyaan yang telah disusun (kuesioner) terhadap para karyawan 32 orang adalah merupakan mayoritas karyawan yang bekerja di ruang kantor tersebut (tidak seluruhnya, sebab saat penelitian ada beberapa yang berdinis ke luar kota). Sementara itu data kualitatif diperoleh dari hasil pengukuran tingkat kebisingan di dalam ruang kantor, sebelum dan sesudah ditempatkannya tanaman yang diuji.

Data pengukuran lapangan ini selanjutnya didukung melalui pengujian laboratorium terhadap koefisien serap daun tanaman tersebut. Pada pelaksanaan penelitian, terjadi pergeseran jenis tanaman yang hendak diteliti. Pada tahun ke dua digunakan tanaman *Sansevieria trifasciata laurentii* dan *Scindapsus sp* sebagaimana pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. *Scindapsus sp.*

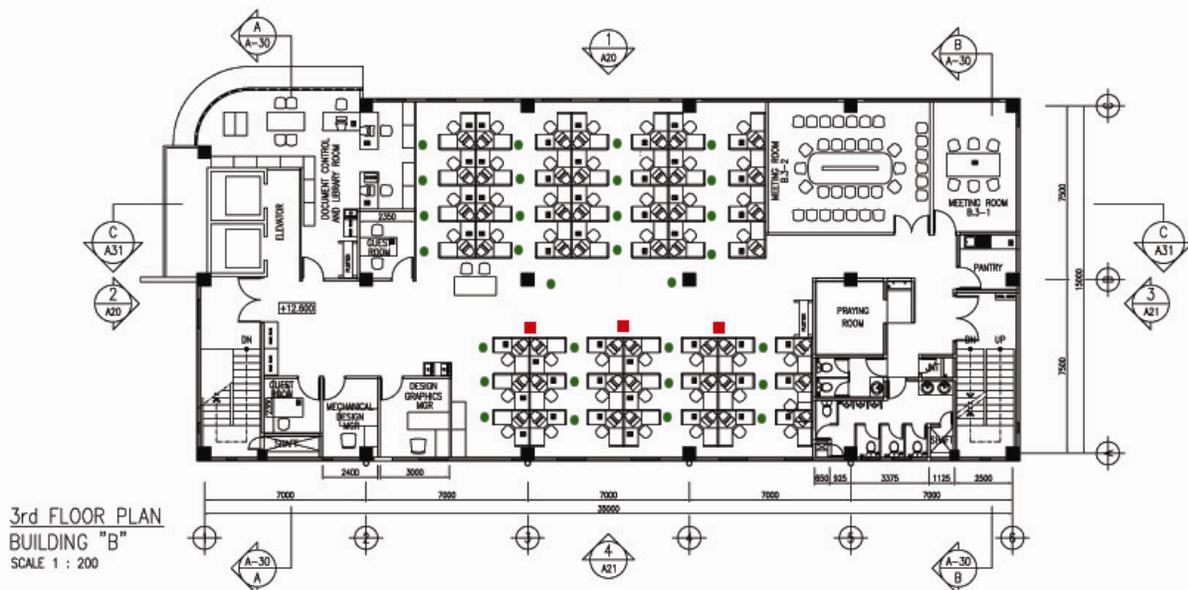
Adapun model ruang perkantoran yang diuji dibatasi pada perkantoran dalam model open-plan (ruang besar dengan ketinggian lantai sama) yang terbagi dalam sekat-sekat ruang (Inggris: cubicle). Model kantor seperti ini mendapat perhatian lebih, karena karyawan yang bekerja pada ruang semacam ini sangat potensial menderita kebisingan dari langkah kaki, percakapan ataupun dering telepon karena sekat yang membatasi ruangan tidak mampu membatasi merambatnya gelombang bunyi. Ruangan yang dipilih juga dibatasi pada ruang kantor yang tidak menggunakan karpet pada lantai dan tanpa material-material akustik berkualitas menyerap lainnya pada plafon dan dindingnya.

Pada tahun ke dua (Tahun II) diteliti Kantor Bagian Design Graphics dan Mechanical Engineering PT. Alstom Power Indonesia, Surabaya. Kantor Administrasi dan TU adalah model kantor yang mewakili lingkungan pendidikan (tahun pertama), sehingga diasumsikan toleransi

karyawan terhadap kebisingan lebih tinggi karena terbiasa terganggu kedatangan para dosen mahasiswa yang memerlukan bantuan atau pelayanan. Sementara kantor pada PT. Alstom Power mewakili kantor yang digunakan oleh para profesional dengan tingkat kedatangan tamu terbatas, sehingga diasumsikan toleransi karyawan terhadap kebisingan lebih rendah.

Pada penelitian tahun ke dua, tingkat kebisingan di ruang kantor diukur dalam 4 kelompok pengujian. Pertama untuk mengetahui tingkat kebisingan ambien di dalam ruangan sebelum ditematkannya tanaman (keadaan kantor sesungguhnya), ke dua saat penempatan *Sansevieria trifasciata*, ke tiga saat penempatan *Scindapsus sp*, dan terakhir saat ditempatkan kedua jenis tanaman bersama-sama (digabungkan). Bersamaan dengan pengukuran tingkat kebisingan tersebut juga dilakukan wawancara untuk mengisi kuesioner mengenai persepsi karyawan terhadap kebisingan. Kuesioner tersebut adalah:

- Wawancara pada karyawan mengenai tingkat kebisingan yang sehari-hari mereka hadapi (Kuesioner A, terlampir)
- Wawancara pada karyawan mengenai tingkat kebisingan setelah tanaman ditempatkan (Kuesioner B, terlampir)



Gambar 3.2. Ruang DG dan ME serta pola perletakan tanaman dan SLM

Keterangan gambar:

- SLM (3 buah)
- Tanaman (40 pot)

Pada setiap pengukuran digunakan Sound Level Meter (SLM) sebanyak 3 buah sebagaimana tercantum pada Gambar 3.2.. Hal ini untuk mendapatkan rerata kebisingan ambien yang mewakili beberapa titik di dalam ruangan. Setiap set pengukuran ( ada 4 set, eksisting, saat tanaman *Sansevieria* dipasang, saat *Scindapsus* sp dipasang, dan saat keduanya dipasang) dilakukan selama 3 hari dengan 2 periode waktu (pk. 09.00-11.00 dan 14.00-16.00) .Waktu pengukuran yang dipilih adalah saat keadaan kantor kondusif sebagai ruang kantor (bukan pada saat karyawan mulai datang, bersiap beristirahat siang, kembali dari istirahat atau pada saat bersiap pulang).



*Gambar 3.3. Perletakkan tanaman Sansevieria, 1 pot pada setiap cubicle.*



*Gambar 3.4. Para asisten penelitian (mahasiswa) tengah mencatat data yang muncul pada layar sound level meter (SLM)*

Pada saat yang bersamaan dengan pengambilan data kebisingan, juga dilakukan wawancara terhadap karyawan yang bekerja di ruang tersebut. Wawancara untuk pengisian kuesioner A dilakukan bersamaan dengan pengambilan data kebisingan eksisting. Sedangkan wawancara untuk pengisian kuesioner B bersamaan dengan pengambilan data kebisingan saat 2 jenis tanaman telah ditempatkan.

Kuesioner B yang diisikan kemudian, sebenarnya merupakan kelanjutan dari kuesioner A yang diisikan sebelumnya.

Untuk mendukung pengukuran mengenai tingkat kebisingan ruangan setelah penempatan tanaman, maka daun dari tanaman tersebut diuji pula kemampuan serapnya di Laboratorium Akustika dan Getaran, Jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada. Lab Teknik Mesin UGM dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa hasil pengujian koefisien serap daun pada tahun pertama yang dilakukan di Laboratorium Sains dan Bangunan Balai Penelitian dan Pengembangan Permukiman Departemen Pekerjaan Umum, Bandung, ditengarai mengalami penyimpangan hasil. Adapun penyimpangan yang dimaksud adalah nilai koefisien serap yang sangat tidak beraturan/tidak mengikuti pola, sebagaimana umumnya koefisien serap pada umumnya. Dijumpai pula angka/nilai yang menurut pengalaman peneliti cukup janggal, karena terlampau besar. Penyimpangan hasil ini sangat dimungkinkan terjadi karena sebab-sebab sebagai berikut:

- Sampel daun tidak lagi dalam keadaan segar karena lamanya waktu tempuh/pengiriman dari Yogyakarta ke Bandung
- Diperoleh informasi bahwa ketika sampel daun diterima, juga tidak dapat langsung diuji karena keterbatasan waktu dan sumber daya manusia di lab tersebut
- Laboran masih dalam taraf belajar sehingga kurang cakap dalam menggunakan peralatan.

Sementara itu, Lab Akustik dan Getaran UGM menjadi pertimbangan lokasi pengujian pada tahun ke dua, didasarkan atas pertimbangan:

- Waktu tempuh pengiriman sampel sangat singkat, sehingga sampel daun masih dalam keadaan segar
- Keberadaan laboran (dalam hal ini asisten peneliti mahasiswa Teknik Mesin) yang telah berpengalaman melakukan pengujian koefisien serap
- Jaminan dari pengurus lab bahwa sampel akan segera diuji seketika saat sampel diterima.

Adapun frekuensi koefisien penyerapan yang hendak diuji adalah:

Tabel 3.1. Frekuensi bunyi untuk diuji keofisien serapnya oleh daun

Freq (Hz)
100
125
160
200
250
315
400
500
630
800
1000
1250
1600
2000
2500
3150
4000
5000

Pengujian koefisien serap dilakukan menggunakan peralatan *impedance tube*, sebagaimana Gambar 3.5 dan wujud sampel daun sebagimnan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.5a. dan b. Peralatan *impedance tube* dengan tabung untuk ukuran diameter sampel 9,9 cm

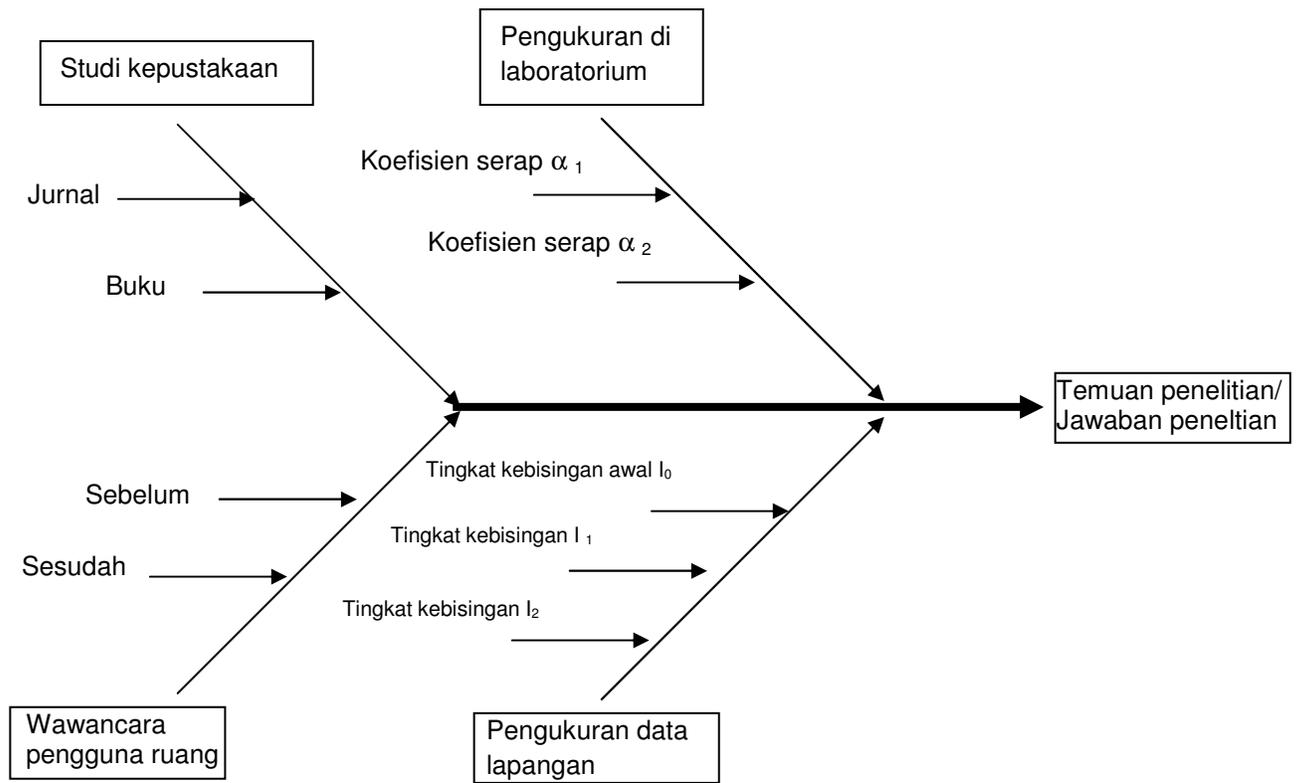


Gambar 3.6a. Sampel daun *Sansevieria*



Gambar 3.6b. Samperl daun *Scindapsus*

Secara terinci metodologi yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian digambarkan sbb.:



Gambar 3.7. Bagan alir metodologi kegiatan

## BAB IV PENGUJIAN, HASIL DAN DISKUSI

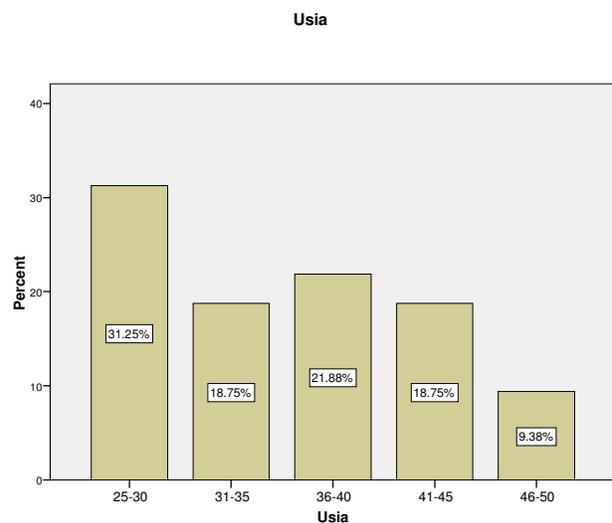
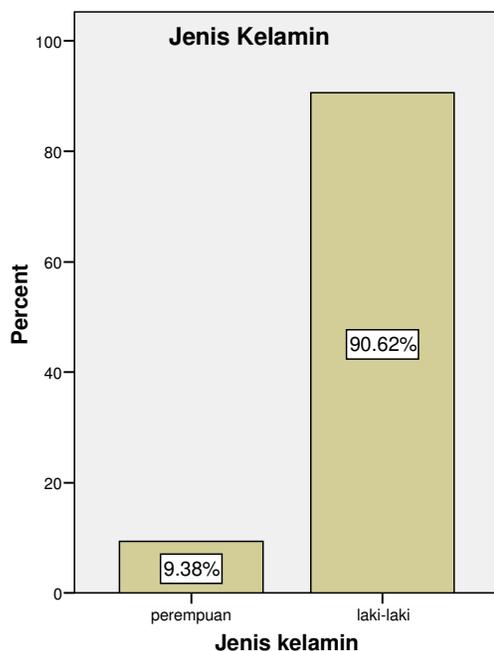
Pada bab berikut ini akan disajikan data-data hasil pengujian atau pengumpulan di lapangan. Secara terinci, disajikan per bagian sebagaimana berikut ini.

### 4.1. Data Kuantitatif Hasil Pengisian Kuesioner

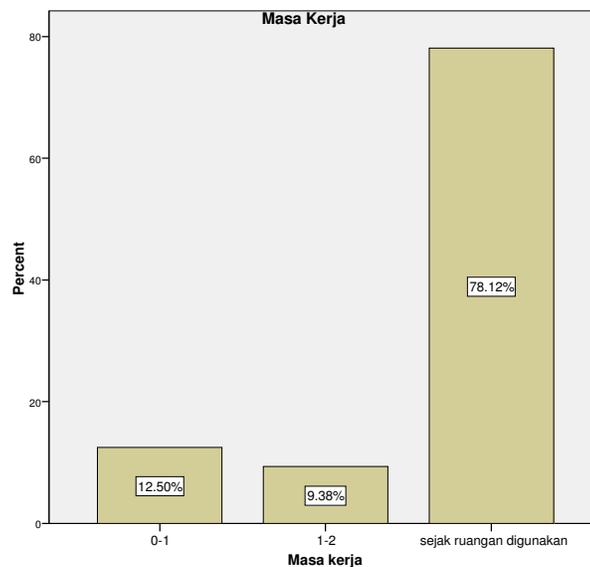
Sebagaimana disampaikan pada bab sebelumnya, keseluruhan karyawan tata usaha yang bekerja di ruangan ini sejumlah 10 orang menjadi responden pengisian kuesioner. Adapun daftar pertanyaan dan hasil isian disampaikan pula dalam lampiran. Dari hasil pengisian tersebut, telah dikelola sbb.

#### A. Latar belakang pengisi kuesioner

1. Jenis kelamin; dari faktor jenis kelamin, dapat dicermati bahwa responden dominan pria, wanita dalam ruang kantor ini hanya terdiri sekitar 9%, sehingga analisis untuk melihat kecenderungan perbedaan persepsi antara pria dan wanita kurang dapat dilakukan dengan valid.
2. Usia; dari faktor usia, dapat dicermati bahwa usia karyawan cukup merata (prosentase cukup seimbang) dari usia 25 th s.d. 50 th. Meski demikian, rentang usia terbanyak diduduki oleh karyawan muda berusia 25 s.d. 35 tahun, yaitu sebanyak 31,25%



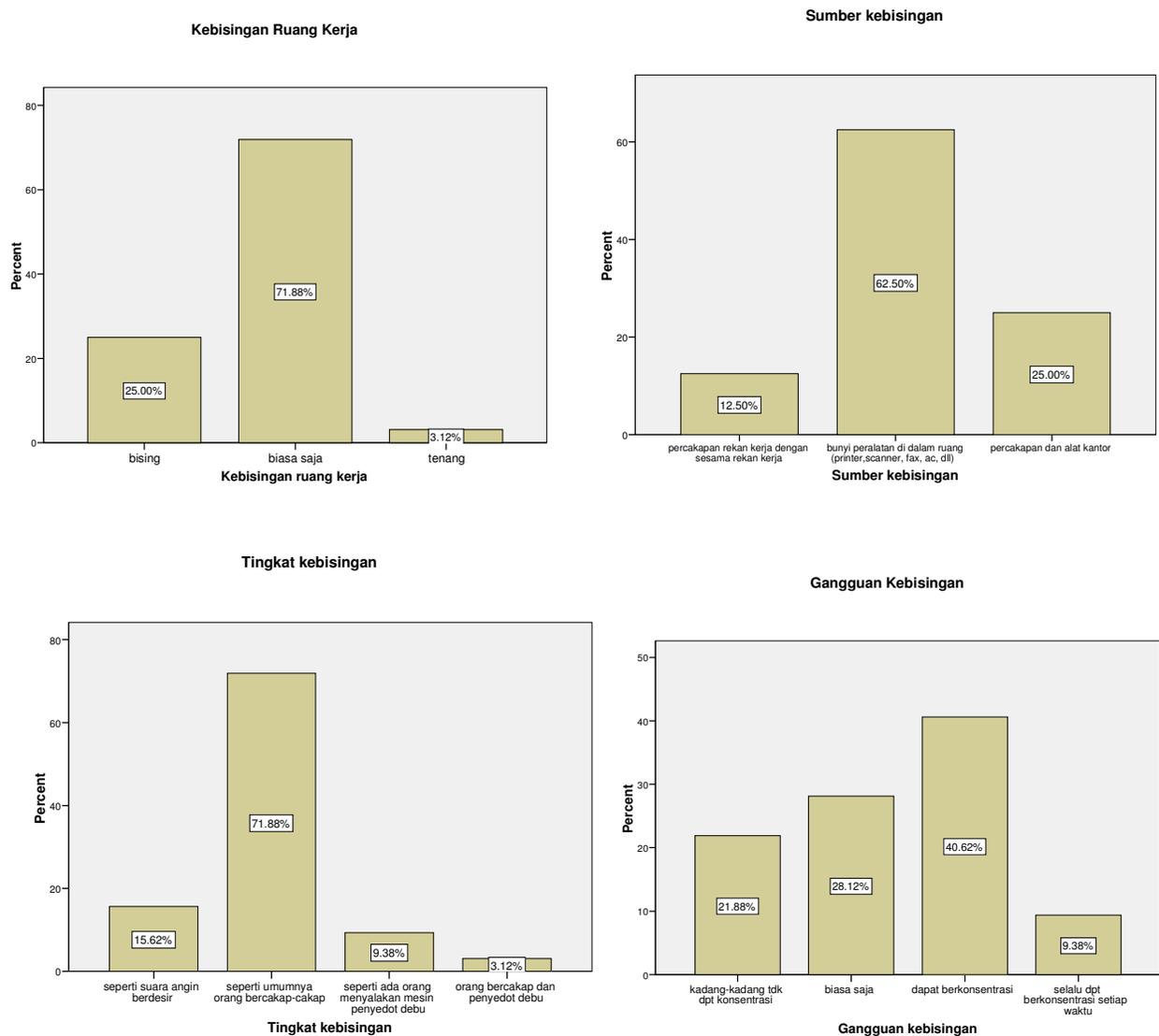
3. Masa kerja; dari faktor masa kerja, dapat dicermati bahwa masa kerja responden mayoritas (78%) telah bekerja di dalam ruangan kantor, sejak ruangan pertama kali digunakan pada Maret 2008 (3,5 tahun sebelum penelitian dilakukan) , sementara sisanya bekerja dalam rentang waktu 0 s.d. 2 tahun. Sekalipun mayoritas telah bekerja di dalam ruangan sejak ruangan pertama kali digunakan, namun sesungguhnya rentang waktu antara yang telah lama bekerja dengan yang baru saja bekerja menempati ruangan tidak berbeda terlalu jauh, atau hanya dalam rentang 0 s.d. 3 tahunan. Oleh karenanya, persepsi karyawan terhadap permasalahan yang tengah diteliti dilatarbelakangi rentang masa kerja yang relatif sama, sehingga kesimpulan akhir dapat ditarik secara umum tanpa adanya bias yang disebabkan perbedaan masa kerja yang signifikan. Hal ini berbeda dengan keadaan karyawan pada penelitian tahun pertama yang memiliki rentang waktu kerja sangat beragam dalam prosentase yang merata, baik yang baru bekerja 0-1 tahun, maupun yang telah bekerja diatas 5 tahun (bahkan dapat mencapai lebih dari 15 tahun masa kerja).



#### B. Pendapat terhadap kebisingan dalam ruangan

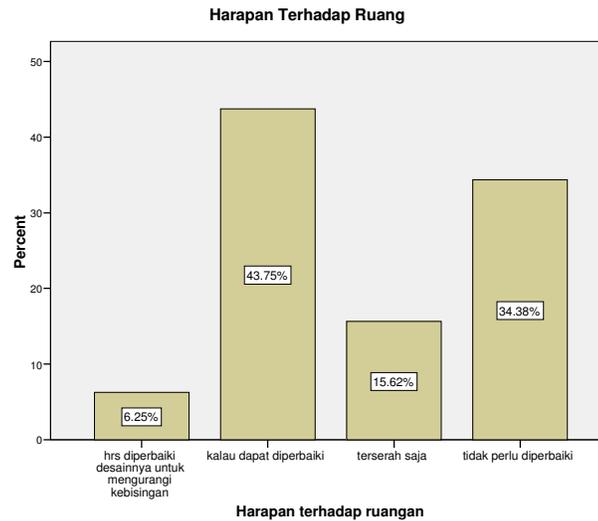
1. Pendapat tentang suasana bising, umumnya para karyawan merasakan bahwa suasana kebisingan di dalam kantor adalah biasa saja (sekitar 72%), sedangkan sisanya menyatakan bising (25%). Hanya 1% karyawan menyatakan bahwa suasana kantor tenang.
2. Dari karyawan yang menyatakan bahwa suasana kantor bising (item B.1.), seluruhnya menyatakan bahwa sumber kebisingannya berasal dari percakapan rekan kerja, peralatan kantor dan gabungan keduanya.
3. Tingkat keras kebisingan yang dirasakan tersebut (item B.2.) diumpamakan oleh mayoritas karyawan sebagai seperti umumnya orang bercakap-cakap (sekitar 72%). Hal ini identik

dengan analisis pada item B.1., yang menyatakan bahwa keadaan kebisingan ruang kantor dinyatakan sebagai biasa saja.



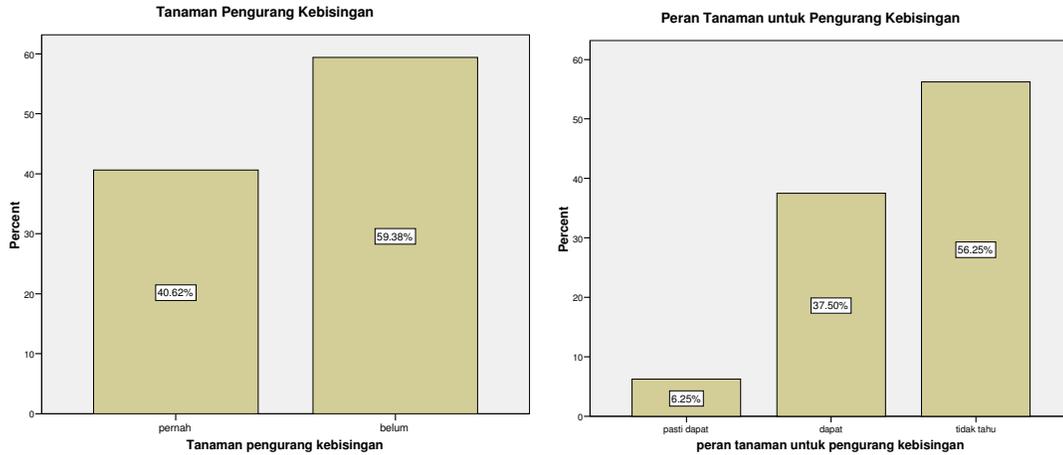
- Keadaan kebisingan dalam ruang kantor yang dianggap bising oleh 25% karyawan (item B1), hanya mengganggu konsentrasi sebanyak sekitar 22% karyawan saja. Artinya ada 3% karyawan yang semua merasa ruangan bising, namun tetap dapat berkonsentrasi dalam bekerja.
- Temuan data kuesioner akan harapan para karyawan terhadap keadaan ruang kantor cukup mengejutkan. Yaitu sekalipun mayoritas (72%) menyatakan tingkat kebisingan sebagai biasa saja dan mayoritas juga merasakan dapat berkonsentrasi, namun ternyata 50% (6,25+43,75%) karyawan menginginkan agar keadaan ruang diperbaiki. Artinya ada sekitar 15% karyawan yang semula menyatakan bahwa tingkat kebisingan biasa

saja, menghendaki agar keadaan ruang dapat diperbaiki. Hal ini juga terjadi pada penelitian tahun pertama, bahkan keadaannya lebih ekstrim karena pada penelitian tahun pertama 80% karyawan menginginkan ada perbaikan keadaan ruangan, sekalipun sebanyak 80% pula, sebelumnya menyatakan tingkat kebisingan sebagai biasa saja.

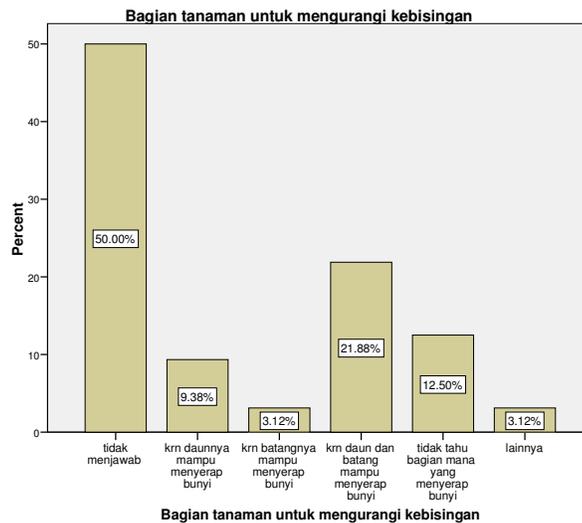


### C. Pendapat terhadap tanaman untuk mengurangi kebisingan dalam ruang

1. Pengetahuan awal responden dari mendengar atau membaca mengenai tanaman dapat mengurangi kebisingan terjawab dengan 40,62% mengetahui informasi tersebut dan sisanya 59,38% menyatakan belum mengetahui. Prosentase ini dapat dianggap sebagai setengah jumlah karyawan mengerti adanya informasi ini, dan setengah sisanya tidak mengetahui
2. Pendapat mereka mengenai tanaman apakah dapat mengurangi kebisingan terjawab dengan hampir 44% menyatakan dapat/pasti dapat dan sisanya 56% menyatakan tidak tahu, tetapi tidak ada satupun yang menyatakan tidak dapat. Tiadanya karyawan yang memilih opsi '*pasti tidak dapat*' juga terjadi pada penelitian tahun pertama.



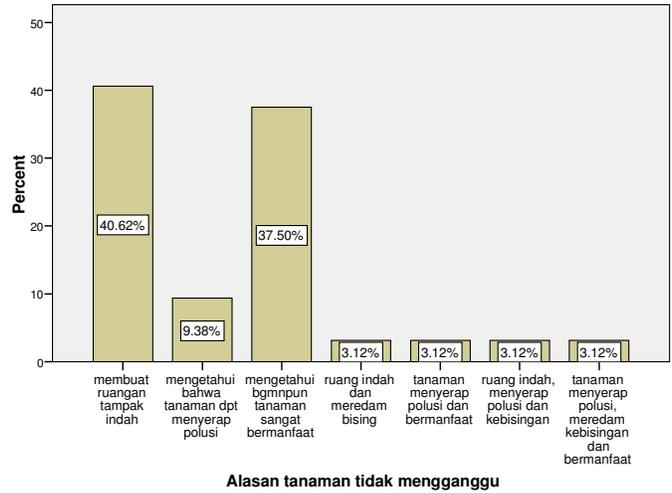
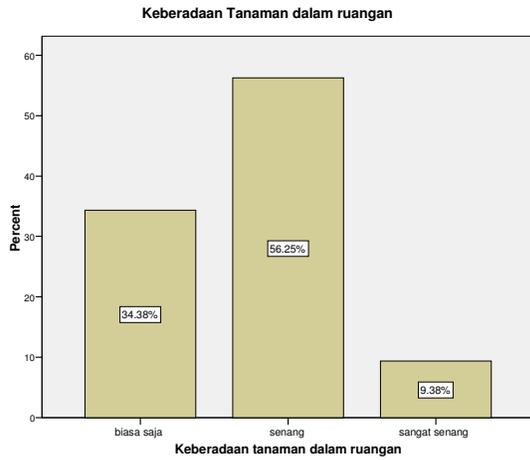
3. Bagi yang menyatakan bahwa tanaman dapat mengurangi kebisingan atau kemungkinan dapat mengurangi kebisingan, mayoritas berpendapat bahwa bagian daun dan batang-lah yang berperan penting (hampir 23%),



#### D. Suasana kebisingan di dalam ruang setelah tanaman ditempatkan

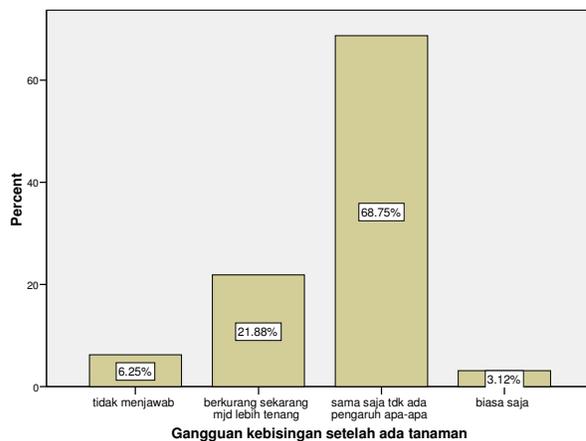
1. Pendapat responden apakah ada gangguan suasana ruang setelah 2 jenis tanaman ditempatkan secara berturut-turut total 9 hari kerja adalah: kesemuanya menyatakan tidak terganggu, dengan menyatakan senang, sangat senang, atau biasa saja.
2. Keseluruhan responden yang menyatakan keberadaan tanaman tidak mengganggu tersebut berpendapat demikian karena mengetahui bahwa tanaman bermanfaat, entah untuk menyerap polusi atau meredam kebisingan atau manfaat lainnya.

**Alasan tanaman tidak mengganggu**

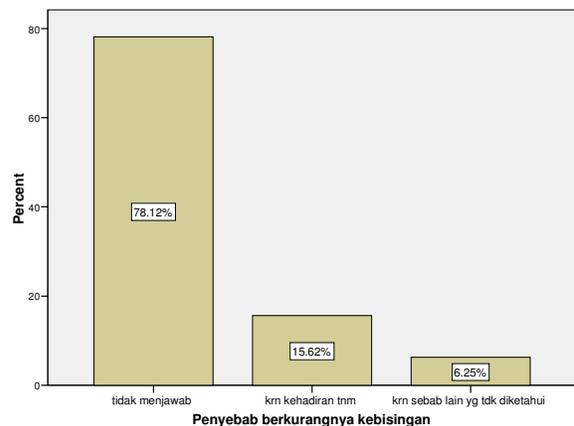


3. Pendapat responden apakah setelah penempatan tanaman, kebisingan di dalam ruang menjadi berkurang, hanya sekitar 22% menjawab berkurang, sisanya menyatakan sama saja atau tidak ada pengaruh, atau bahkan tidak menjawab
4. Dari responden yang menjawab bahwa suasana lebih tenang (no D.3), yang menyatakan bahwa hal itu dikarenakan tanaman hanya sekitar 16% dan 6% menyatakan penurunan kebisingan disebabkan oleh sebab lain.

**Gangguan kebisingan setelah ada tanaman**

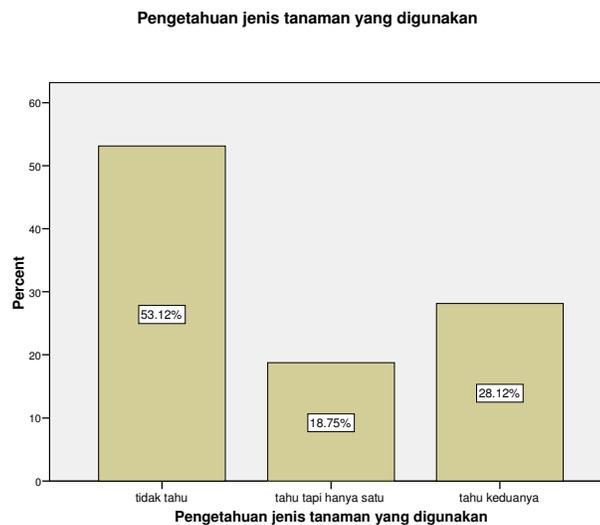


**Penyebab berkurangnya kebisingan**



#### E. Pengetahuan mengenai jenis tanaman yang dipergunakan

Sekitar setengah dari karyawan mengerti akan jenis tanaman yang dipergunakan dalam penelitian ini, dan setengah sisanya menyatakan tidak tahu. Dari yang mengetahui, sekitar 19% mengetahui satu nama saja dan hampir 29% mengetahui nama kedua tanaman tersebut. Meski demikian, cukup banyak yang menuliskan dengan ejaan tidak tepat, serta menyebutkan nama lokal atau nama umumnya, seperti *Sansevieria* yang ditulis sebagai sansifera atau lidah mertua dan *Scindapsus* yang ditulis sebagai sirih-sirihan.



#### 4.2. Diskusi dari Pengisian Kuesioner

Dari beberapa pertanyaan yang telah dijawab oleh responden yaitu para karyawan, dapat dicermati bahwa secara umum, responden tidak merasakan adanya gangguan yang berarti dalam hal kebisingan di dalam ruang kantor tersebut yang membuat responden cukup dapat berkonsentrasi selama bekerja.

Semua responden menyatakan tidak terganggu dengan kehadiran tanaman. Hal ini disebabkan karena mereka memahami manfaat tanaman secara umum. Namun demikian, setelah kehadiran tanaman, mayoritas menyatakan tidak ada perubahan tingkat kebisingan dan hanya sekitar 22% yang menyatakan ada penurunan tingkat kebisingan, dari 22% ini, 16% menyatakan penurunan kebisingan disebabkan oleh tanaman.

#### 4.3. Data Kualitatif Pengukuran Tingkat Kebisingan Ruang Tata Usaha

Tingkat keras bunyi (kebisingan) yang terjadi di dalam ruang kantor diukur dengan spesifikasi sbb.:

- Pengukuran dilakukan pada keadaan hari perkantoran biasa, bukan pada saat setelah kantor libur cukup lama (seperti misalnya pada keadaan setelah libur Idul Fitri), sehingga rutinitas suasana kantor dapat terwakili.
- Durasi pengukuran selama 12 (duabelas) hari kerja dengan pengelompokan 3 (tiga) hari untuk kebisingan ruang kantor sebagaimana adanya, 3 (tiga) hari pada saat penempatan tanaman Sansevieria, 3 (tiga) hari pada saat penempatan Scindapsus, dan 3 (tiga) hari saat kedua jenis tanaman ditempatkan bersama-sama (jumlah tanaman adalah penjumlahan/total dari seluruh pot Sansevieria dan seluruh pot Scindapsus yang telah digunakan sebelumnya).
- Pengukuran dilakukan setiap hari pengukuran selama 2 sesi, yaitu sesi 09.00-11.00 dan sesi 14.00 – 16.00. Data dicatat setiap 10 menit, sehingga secara total, setiap harinya diperoleh 24 data (12 data setiap sesi). Pemilihan sesi ini dengan mempertimbangkan saat keadaan kantor kondusif sebagai ruang kantor (bukan pada saat karyawan mulai datang, bersiap beristirahat siang, kembali dari istirahat atau pada saat bersiap pulang).
- Pengukuran untuk keadaan sebagaimana adanya dilaksanakan pada 12 s.d. 14 September 2011. Saat penempatan Sansevieria pada 19 s.d. 21 September 2011. Saat penempatan Scindapsus 3 s.d. 5 Oktober 2011. Saat penempatan kedua jenis tanaman dilakukan pada 26 s.d. 28 September 2011. Penempatan kedua tanaman dilakukan diantara penempatan tunggal, dengan pertimbangan efisiensi tenaga angkut dan penataan
- Pengukuran dilakukan menggunakan 3 Sound Level Meter dengan spesifikasi yang sama:
  - Merk DEKO – SL 130 digital
  - Power DC baterai 9V
  - Weighting A
  - Slow response
  - Kalibrasi 94 dB
  - Ditempatkan pada tripod berketinggian 120 cm dari permukaan lantai

Hasil pengukuran disajikan sebagai berikut:

#### 4.4. Data Kualitatif Pengukuran Tingkat Kebisingan Ruang

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan Ruang Kaantor (dalam satuan dBA)

No data	Tanpa Tanaman (dBA)			Sansaviera (dBA)			Scindapsus (dBA)			Sansevieria +Scindapsus (dBA)		
	Urutan Rerata Hari 1	Urutan Rerata Hari 2	Urutan Rerata Hari 3	Urutan Rerata Hari 1	Urutan Rerata Hari 2	Urutan Rerata Hari 3	Urutan Rerata Hari 1	Urutan Rerata Hari 2	Urutan Rerata Hari 3	Urutan Rerata Hari 1	Urutan Rerata Hari 2	Urutan Rerata Hari 3
1	50.60	51.20	38.90	51.73	51.17	50.90	51.57	51.07	50.33	51.57	51.07	50.33
2	50.67	52.80	49.97	51.83	51.43	51.13	51.60	51.30	50.57	51.60	51.30	50.57
3	51.93	53.00	50.47	52.00	51.77	51.17	51.80	51.40	50.87	51.80	51.40	50.87
4	52.13	53.17	51.00	52.10	51.80	51.40	51.90	51.60	51.20	51.90	51.60	51.20
5	52.20	53.37	51.27	52.13	52.43	51.53	51.93	51.80	51.80	51.93	51.80	51.80
6	52.23	53.70	51.43	52.43	52.47	51.63	52.00	51.83	51.93	52.00	51.83	51.93
7	52.40	54.00	51.50	52.50	52.47	51.63	52.03	52.30	52.13	52.03	52.30	52.13
8	52.50	54.00	51.63	52.57	52.57	51.93	52.07	52.53	52.33	52.07	52.53	52.33
9	52.70	54.13	51.73	52.73	52.63	51.97	52.07	52.60	52.50	52.07	52.60	52.50
10	52.80	54.37	51.80	52.97	52.90	52.20	52.13	53.03	52.53	52.13	53.03	52.53
11	52.87	54.47	52.17	53.07	53.03	52.27	52.13	53.10	52.60	52.13	53.10	52.60
12	52.87	54.57	52.40	53.17	53.10	52.40	52.17	53.13	52.67	52.17	53.13	52.67
13	53.00	54.57	52.70	53.33	53.10	52.53	52.20	53.13	52.67	52.20	53.13	52.67
14	53.17	54.57	52.77	53.47	53.17	52.53	52.50	53.13	52.73	52.50	53.13	52.73
15	53.17	54.73	52.90	53.47	53.23	52.53	52.57	53.20	52.87	52.57	53.20	52.87
16	53.20	54.80	53.13	53.70	53.47	52.60	52.60	53.30	52.97	52.60	53.30	52.97
17	53.33	54.97	53.57	53.73	53.47	52.67	52.60	53.30	53.07	52.60	53.30	53.07
18	53.57	54.97	53.77	53.77	53.57	53.03	52.63	53.37	53.10	52.63	53.37	53.10
19	53.60	55.00	53.80	53.77	53.60	53.30	52.87	53.37	53.13	52.87	53.37	53.13
20	53.67	55.00	53.83	53.93	54.13	53.33	52.93	53.53	53.23	52.93	53.53	53.23
21	53.73	55.03	53.97	53.93	54.17	53.57	53.10	53.60	53.27	53.10	53.60	53.27
22	53.80	55.23	54.00	54.00	54.23	53.67	53.17	53.63	53.47	53.17	53.63	53.47
23	53.83	55.40	54.27	54.20	54.57	53.73	53.20	53.70	53.57	53.20	53.70	53.57
24	53.90	55.47	54.30	54.67	54.60	53.73	53.40	53.83	53.73	53.40	53.83	53.73
25	53.93	55.50	54.40	54.83	54.77	53.80	53.50	54.00	53.80	53.50	54.00	53.80
26	53.97	55.57	54.43	54.83	54.87	53.93	53.57	54.13	54.00	53.57	54.13	54.00
27	53.97	55.60	54.57	54.83	55.00	54.00	53.60	54.17	54.07	53.60	54.17	54.07
28	54.27	55.63	54.60	55.03	55.07	54.00	53.63	54.20	54.17	53.63	54.20	54.17

No data	Tanpa Tanaman (dBA)			Sansaviera (dBA)			Scindapsus (dBA)			Sansevieria +Scindapsus (dBA)		
	Urutan Rerata Hari 1	Urutan Rerata Hari 2	Urutan Rerata Hari 3	Urutan Rerata Hari 1	Urutan Rerata Hari 2	Urutan Rerata Hari 3	Urutan Rerata Hari 1	Urutan Rerata Hari 2	Urutan Rerata Hari 3	Urutan Rerata Hari 1	Urutan Rerata Hari 2	Urutan Rerata Hari 3
29	54.37	55.87	54.73	55.03	55.23	54.03	53.70	54.40	54.20	53.70	54.40	54.20
30	54.40	55.87	54.77	55.27	55.33	54.10	53.73	54.43	54.30	53.73	54.43	54.30
31	54.43	56.33	54.87	55.47	56.13	54.40	53.87	54.47	54.37	53.87	54.47	54.37
32	54.53	56.53	54.87	56.07	56.27	54.87	53.90	54.57	54.87	53.90	54.57	54.87
33	54.57	57.03	55.07	56.33	56.50	54.90	54.13	54.83	55.20	54.13	54.83	55.20
34	54.70	57.20	55.20	56.57	57.17	55.03	54.43	54.87	55.43	54.43	54.87	55.43
35	54.73	57.23	55.30	56.70	57.23	55.47	54.60	55.30	55.60	54.60	55.30	55.60
36	55.30	57.47	55.40	56.70	57.87	55.50	54.87	55.57	55.73	54.87	55.57	55.73
37	55.30	57.47	55.40	57.07	58.27	56.10	55.13	56.03	55.87	55.13	56.03	55.87
38	55.33	57.57	55.67	57.30	58.33	56.40	55.20	56.17	56.03	55.20	56.17	56.03
39	55.63	58.57	55.73	57.40	58.70	56.77	55.27	56.17	56.37	55.27	56.17	56.37
40	56.23	58.60	55.80	57.63	59.37	57.23	55.33	56.20	56.43	55.33	56.20	56.43
41	56.30	58.70	56.20	58.13	60.07	57.30	55.43	56.20	56.47	55.43	56.20	56.47
42	57.07	58.83	56.73	58.13	60.20	57.83	55.50	56.53	56.80	55.50	56.53	56.80
43	57.23	58.90	56.77	58.17	60.57	58.77	55.67	56.60	57.03	55.67	56.60	57.03
44	58.35	59.33	57.60	58.33	60.67	58.87	55.87	56.73	57.90	55.87	56.73	57.90
45	58.53	59.97	57.70	58.73	61.73	59.17	56.60	57.23	58.10	56.60	57.23	58.10
46	58.77	61.77	58.80	59.20	62.13	59.20	56.70	57.43	58.30	56.70	57.43	58.30
47	59.43	63.27	60.30	59.33	62.23	59.60	56.90	59.27	58.67	56.90	59.27	58.67
48	60.50	65.40	69.70	62.80	76.00	62.53	57.13	60.20	77.90	57.13	60.20	77.90
L50	53.90	55.47	54.30	54.67	54.60	53.73	53.40	53.83	53.73	53.40	53.83	53.73
L1	59.99	64.38	65.19	61.14	69.39	61.13	59.99	64.38	65.19	61.14	69.39	61.13
Leq	56.52	59.30	58.98	57.45	60.96	56.91	56.23	58.37	58.66	56.73	60.52	56.91
<b>Rerata</b>	<b>58.27</b>			<b>58.44</b>			<b>57.75</b>			<b>58.05</b>		

Dari data tersaji dalam Tabel 4.1. perlu dihitung Tingkat Kebisingan Ekuivalen (atau angka kebisingan tunggal), yang mewakili fluktuasi hasil yang muncul selama waktu pengukuran. Dalam kata lain sesungguhnya yang dicari adalah rerata dari data yang telah dikumpulkan, namun penghitungan secara akustik tidak dapat dilakukan semata menggunakan sistem statistik biasa, dengan menjumlahkan seluruh data kemudian dibagi dengan jumlah data yang diperoleh. Tingkat Kebisingan Ekuivalen ( $L_{eq}$ ) adalah sebuah angka tunggal yang menggantikan angka-angka dari tingkat kebisingan yang fluktuatif dengan perumpamaan bila tingkat kebisingannya tetap. Tingkat kebisingan ekuivalen diperoleh dari (Mediastika, 2005):

$$L_{eq} = L_{50} + 0,43(L_1 - L_{50})$$

Dengan  $L_{eq}$  adalah angka kebisingan tunggal yang mewakili angka kebisingan fluktuatif.

$L_{50}$  adalah angka kebisingan ke 50% yang muncul dari keseluruhan data yang dicatat.

$L_1$  adalah angka kebisingan ke 99% (sisa dari 1%) yang muncul dari keseluruhan data yang dicatat.

Dari tabel di atas dapat diperhatikan bahwa rerata tingkat kebisingan tidak berubah secara signifikan, yaitu baik tanpa atau setelah kehadiran tanaman berkisar pada 58 dBA

#### **4.5. Hasil pengujian koefisien serap daun**

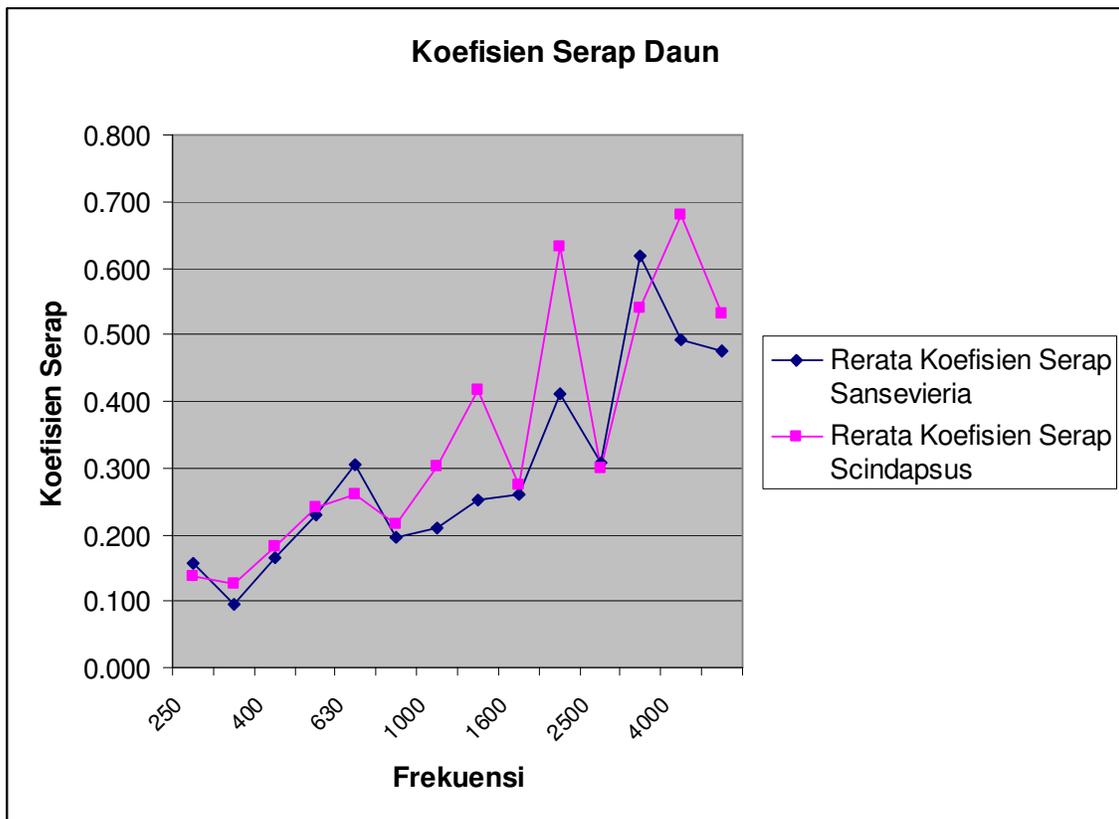
Untuk memberikan gambaran lebih nyata mengenai perilaku tanaman yang dipergunakan dalam penelitian dalam menanggulangi kebisingan di dalam ruangan, Adapun hasil pengujian yang dilakukan di LAb Akustika dan Getaran UGM.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Koefisien serap *Sansevieria*

Frekuensi	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\alpha 3$	Rerata
250	0.101198	0.124870	0.241415	0.156
315	0.101198	0.124870	0.059688	0.095
400	0.070153	0.274348	0.153600	0.166
500	0.221453	0.248889	0.213599	0.228
630	0.215510	0.341759	0.360000	0.306
800	0.153600	0.290859	0.139353	0.195
1000	0.265306	0.215510	0.147929	0.210
1250	0.212094	0.305556	0.234375	0.251
1600	0.248889	0.248889	0.284024	0.261
2000	0.299875	0.330579	0.603567	0.411
2500	0.161477	0.382653	0.382653	0.309
3150	0.624350	0.599750	0.628198	0.617
4000	0.517093	0.453686	0.507017	0.493
5000	0.437500	0.555556	0.437500	0.477

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Koefisien serap *Scindapsus*

Frekuensi	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\alpha 3$	Rerata
250	0.108025	0.153600	0.147929	0.137
315	0.131715	0.117539	0.124870	0.125
400	0.252801	0.113112	0.181406	0.182
500	0.274348	0.055545	0.395062	0.242
630	0.259600	0.262572	0.259600	0.261
800	0.317580	0.204529	0.124870	0.216
1000	0.499703	0.248889	0.153600	0.301
1250	0.475624	0.475624	0.299875	0.417
1600	0.347282	0.330579	0.147929	0.275
2000	0.520710	0.995556	0.382653	0.633
2500	0.430902	0.053088	0.415225	0.300
3150	0.555556	0.507017	0.555556	0.539
4000	0.483398	0.555556	1.000000	0.680
5000	0.588104	0.605733	0.400624	0.531



Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengukuran Koefisien serap Sansevieria dan Scindapsus

Hasil pengujian koefisien serap menunjukkan pola fluktuasi yang cukup beraturan. Pada frekuensi acu (500 Hz), masing-masing 0,228 (Sansevieria) dan 0,242 (Scindapsus). Secara umum, Scindapsus memiliki koefisien yang cenderung lebih tinggi dari Sansevieria.

## BAB V KESIMPULAN

Penelitian mengenai "Persepsi dan Fakta terhadap Penggunaan Tanaman untuk Mereduksi Kebisingan dalam Ruang Kantor Berbentuk Open Plan" tahun pertama telah dilaksanakan dengan mengambil lokasi dan responden kantor dan karyawan Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Hasil penelitian tahun pertama menunjukkan tidak adanya korelasi antara persepsi dan fakta penurunan tingkat kebisingan, yaitu bahwa hasil pengukuran tingkat kebisingan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sebelum dan setelah ditematkannya tanaman (hanya berkisar 0,33 dB s.d. 3,97 dB), namun di sisi lain, mayoritas responden (60%) menyatakan telah merasakan adanya penurunan kebisingan. Sementara itu hasil pengujian koefisien serap daun di laboratorium juga tidak memperlihatkan adanya pola yang jelas. Temuan tahun pertama yang tidak mudah disimpulkan ini kemudian diperkuat dengan tahun ke dua, yang sekaligus ditujukan untuk mencari perbandingan persepsi antara karyawan yang bekerja pada kantor bersifat pelayanan dengan tingkat gangguan tinggi (ruang TU FT-melayani dosen dan mahasiswa), dengan karyawan yang bekerja pada kantor privat dan secara umum bekerja secara individual (karyawan bagian design grafik PT. Alstom Power Surabaya).

Sebagaimana, dijabarkan penelitian ini bertujuan untuk menyajikan fakta-fakta apakah sesungguhnya tanaman mampu mereduksi kebisingan secara signifikan, sebagaimana dipersepsikan sebagian besar orang. Untuk mencapai tujuan tersebut, telah pula dijabarkan beberapa pertanyaan penelitian, sbb.:

- a. Apakah benar bahwa tanaman jenis tertentu akan mampu menyerap kebisingan yang muncul di dalam ruangan, sehingga mengurangi kebisingan tersebut?
- b. Apakah tanaman dengan sifat-sifat fisik tertentu yang berbeda akan memberikan tingkat reduksi kebisingan yang berbeda pula?
- c. Apakah persepsi sebagian orang bahwa tanaman mampu mengurangi kebisingan dapat dibuktikan melalui penelitian ini, atau sebaliknya hanya berupa persepsi yang berlebihan?
- d. Apakah ada perbedaan persepsi dan harapan dari orang-orang yang bekerja pada jenis kantor yang berbeda (dalam hal ini karyawan yang bekerja di bidang pendidikan, di mana potensi gangguan di dalam kantor cukup tinggi dan karyawan yang bekerja sebagai pegawai profesional, di mana potensi gangguan di dalam kantor rendah)?

Dari langkah-langkah penelitian yang telah dilaksanakan pada tahun pertama (I), maka baru pertanyaan (a) s.d. (c) yang dapat dijawab. Sedangkan pertanyaan poin (d), baru dapat dijawab

melalui penelitian pada tahun ke dua (II) yang kini telah selesai dilaksanakan. Validitas atau perkuatan terhadap jawaban poin (a) s.d. (c), juga telah diperoleh melalui penelitian pada tahun II.

## 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengisian koesioner, pengukuran tingkat kebisingan dan pengujian koefisien serap, dapat ditarik suatu kesimpulan (diturunkan dari penelitian tahun I dan II), sbb.:

### A. Persepsi responden

- Mayoritas responden menyatakan bahwa tingkat kebisingan di dalam ruangan yang diteliti dianggap biasa atau tidak mengganggu kegiatan perkantoran.
- Setengah dari responden mengetahui bahwa tanaman dapat mengurangi kebisingan, setengah sisanya tidak memiliki informasi apapun mengenai hal ini.
- Bagi yang mengetahui bahwa tanaman dapat mengurangi kebisingan, umumnya berpendapat bahwa hal ini disebabkan daun dan batang tanaman yang dapat menyerap bunyi.
- Mayoritas responden menyatakan kehadiran tanaman di dalam ruangan kantor tidak mengganggu.
- Pada tahun I lebih setengah responden menyatakan bahwa kebisingan menurun setelah kehadiran tanaman dan pada tahun II hanya 25% responden yang menyatakan demikian

### B. Pengukuran kebisingan

Hasil pengukuran kebisingan di ruangan kantor baik pada tahun I maupun II tidak menunjukkan bahwa tingkat kebisingan mengalami perubahan secara signifikan antara pengukuran yang dicatat tanpa tanaman (keadaan ruang sesungguhnya) dan pengukuran setelah dua jenis tanaman ditempatkan. Perbedaan tingkat kebisingan yang terlalu kecil, yaitu dibawah 7 dB (pada tahun I selisih maksimal hampir 4 dB, pada tahun II selisih maksimal bahkan tidak mencapai 1 dB) tidak dapat dirasakan oleh indera dengan manusia (Mediastika, 2005). Perbedaan baru dapat dirasakan pada selisih naik atau turun sebesar 7 dB, dan dirasakan signifikan pada naik/turun sebesar 10 dB (Mediastika, 2005).

Hal yang menarik untuk dikemukakan adalah bahwa mayoritas merasa tidak terganggu (71,88%) dengan tingkat kebisingan ruang kantor yang secara rerata mencapai 58 dB, yang mana sesungguhnya berada cukup jauh dari baku kebisingan ruang kantor 45 dB. Hal menarik lainnya adalah persepsi sebagian karyawan yang merasa kehadiran tanaman mengurangi kebisingan (21,88%). Sementara hal menarik terakhir yang dijumpai adalah sekalipun mayoritas menyatakan tidak merasa terganggu dengan tingkat kebisingan yang ada dan tidak merasakan perbedaan tingkat kebisingan dengan kehadiran tanaman,

namun 43,75% responden menghendaki adanya perbaikan keadaan ruangan, sekalipun tidak dapat dijelaskan secara rinci, perbaikan seperti apa yang dikehendaki, karena sangat dimungkinkan tidak terkait kebisingan. Keadaan menarik semacam ini juga ditemukan pada tahun I, dimana mayoritas karyawan juga menghendaki adanya perbaikan ruangan.

#### C. Pengujian koefisien serap

Hasil pengujian koefisien serap daun pada tahun II, menunjukkan pola serapan yang lebih jelas. Pada frekuensi acuan 500Hz, baik *Sansevieria* maupun *Scindapsus* memiliki koefisien serap cukup rendah yaitu berkisar: 0,2. Hal ini sejalan dengan hasil pengukuran tingkat kebisingan yang tidak berbeda secara signifikan. Namun demikian, pada penelitian ini, pada keseluruhan octave band frekuensi yang diuji, *Scindapsus* memiliki koefisien serap yang lebih tinggi dari *Sansevieria*. Hal ini menunjukkan bahwa material tanaman yang lebih lunak memiliki koefisien serap lebih baik daripada material tanaman kaku/keras.

#### D. Korelasi

Dari kesimpulan yang berhasil ditarik pada aspek responden, pengukuran tingkat kebisingan dan pengujian koefisien serap, dapat ditarik kesimpulan lanjutan yang menunjukkan bahwa penurunan tingkat kebisingan yang dirasakan sebagian responden, hanyalah merupakan persepsi responden semata, yang tidak didukung oleh hasil pengukuran tingkat kebisingan dan kemampuan serapnya.

Selanjutnya, pertanyaan-pertanyaan penelitian, diselesaikan sbb.:

- a. Apakah benar bahwa tanaman jenis tertentu akan mampu menyerap kebisingan yang muncul di dalam ruangan, sehingga mengurangi kebisingan tersebut?

*Benar, hal ini dibuktikan oleh pengujian koefisien serap yang menunjukkan daun tanaman memiliki angka koefisien serap tertentu, namun secara umum dan pada frekuensi acuan (500 Hz), angka serap ini terlalu kecil untuk dapat mereduksi kebisingan yang terjadi di dalam ruangan.*

- b. Apakah tanaman dengan sifat-sifat fisik tertentu yang berbeda akan memberikan tingkat reduksi kebisingan yang berbeda pula?

*Semestinya demikian, karena koefisien serapnya berbeda, namun demikian perbedaannya tidaklah signifikan untuk juga menghasilkan penurunan tingkat kebisingan yang signifikan*

- c. Apakah persepsi sebagian orang bahwa tanaman mampu mengurangi kebisingan dapat dibuktikan melalui penelitian ini, atau sebaliknya hanya berupa persepsi yang berlebihan?

*Penelitian pada tahun I dan II, menunjukkan bahwa perasaan tingkat kebisingan yang turun di dalam ruangan tidak didukung oleh hasil pengukuran tingkat kebisingan, atau sebenarnya hanya merupakan persepsi responden saja.*

## **5.2. Rekomendasi**

Dari hasil penelitian selama dua tahun berturut-turut yang menunjukkan bahwa tanaman sesungguhnya tidak memberikan penurunan tingkat kebisingan yang berarti, maka penggunaan tanaman untuk tujuan ini (secara khusus tanaman yang jenisnya digunakan dalam penelitian ini) tidaklah disarankan. Namun bahwa fakta mayoritas responden tidak terganggu dan menyukai kehadiran tanaman karena mengetahui bahwa bagaimanapun tanaman memberikan manfaat, maka tanaman dapat diletakkan dalam ruangan untuk tujuan lain. Temuan menarik bahwa sesungguhnya ruang kantor yang diteliti memiliki tingkat kebisingan di atas standar sebagaimana ruang kantor, namun mayoritas responden tidak merasakan adanya gangguan, menunjukkan bahwa toleransi kebisingan karyawan (khususnya) atau manusia (umumnya), terhadap kebisingan telah semakin lebar. Hal apakah yang menyebabkan adanya toleransi yang melebar, perlu diteliti lebih lanjut.

## PUSTAKA

<http://www.plant-care.com> (diunduh pada 12 November 2009)

<http://forum.doityourself.com/fences-gates/201981-how-make-sound-proof-fence.html> (diunduh pada 13 November 2009)

Bonem, ML and Scheff PA, 1989, Deposition of Nitrogen Dioxide to Porous Biological Surfaces, Proceedings of IAQ Conference The Human Equation: Health and Comfort

Costa, P., and RW James, 1995, "Environmental Engineering Benefits of Plants", Workplace Comfort Forum Seminar, South Bank University, London, November 1995, hal. 7-8

Egan, M. David, 1972, *Concepts in Architectural Acoustic*, Prentice-Hall Inc., New-Jersey, 91-93

Fahn, A., 1982, Plant Anatomy, Pergamon Press, England, hal. 208-248

Freeborn and SW. Turner , 1988/1989, Environmental Noise Vibration, Noise Control in the Built Environment/ edited by John Roberts and Diane Fairhall, Gower Technical, US, hal.54, 60

Harris, Cyril M. , 1995, Acoustical Properties of Carpets, Journal Acoustic Society of America, Volume 27, Issue 6, hal. 1077-1082

Kusmaningrum, Nani, 1997/1998, Pengaruh Tanaman Jalan terhadap Baku Mutu Lingkungan, Laporan Penelitian, BaLitBang Departemen PU, Indonesia

Lord, Peter dan duncan Templeton, 1996, Detailing For Acoustics, E&FN Spon, London

McMullan, Randall, 1992, Environmental Science in Buildings, third edition, Macmillan, London, hal. 172 -174

Mediastika, CE, 2002, the Use of Fencing Vegetation to Reduce Particulate Matter Pollution into Indoor Environment, National Accredited Journals "*Dimensi Arsitektur*", Surabaya Indonesia, December 2002

Mediastika, CE, 2005, Akustika Bangunan, Penerbit Erlangga, Jakarta, Indonesia

Neufert, Ernst, dkk, 2002, Architect Data, 3<sup>rd</sup> edition, Blackwell Publishing

Pryandana, Dendi, 2000, Penanganan kebisingan lalu lintas di jalan perkotaan: studi kasus kota Bandung, Thesis S2, ITB

Velesan, Mariane and Miguel Aloysio Sattler, 2008, Green Walls and Their Contribution to Environmental Comfort: Environmental Perception in a Residential Building, Proceedings of 25<sup>th</sup> Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, Oktober 2008

White, R.G. and J.G. Walker, 1982, Noise and Vibration, Ellis Horwood Ltd., England, hal. 389-399

Wolverton, BC, 2008, How to Grow Fresh Air: 50 House Plants that Purify Your Home or Office, Penguin Book

# LAMPIRAN-LAMPIRAN

- HASIL PENGUKURAN TINGKAT KEBISINGAN DALAM RUANG KANTOR
- HASIL PENGISIAN KUESIONER