POTENSI JENDELA DALAM MEMINIMALKAN INTRUSI KEBISINGAN: SEBUAH STUDI AWAL

Christina E. Mediastika
Staf Pengajar Program Studi Arsitektur, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Email: utami@mail.uajy.ac.id

ABSTRAK

Bangunan domestik sederhana, seperti rumah tinggal, yang berlokasi di negara tropis lembab seperti Indonesia, sangat bergantung pada keberadaan jendela demi kelangsungan ventilasi alami. Seiring pertumbuhan fungsi jalan di depan bangunan, jendela juga meupakan titik kritis terjadinya intrusi kebisingan dari jalan ke dalam bangunan. Oleh karenanya, perlu ditempuh kompromi desain jendela untuk kepentingan ventilasi dan reduksi kebisingan. Penelitian sebelumnya terhadap 3 model jendela menunjukkan bahwa ketiga jendela tersebut mampu mensuplai tingkat ventilasi yang disyaratkan. Pada penelitian ini ketiga model jendela tersebut kemudian diuji kemampuannya dalam mereduksi kebisingan melalui proses uji lapangan. Ketiga model tersebut adalah jendela *casement*, *top-hung* dan jalusi. Namun demikian, keterbatasan dana dan sumber daya telah menyebabkan beberapa faktor belum dapat diuji dalam penelitian ini. Faktor-faktor tersebut menyebabkan perbedaan hasil pengujian antara tiga jendela tersebut kurang signifikan. Hal ini menyebabkan penelitian belum dapat menghasilkan kesimpulan yang cukup valid. Namun demikian, muncul indikasi bahwa jendela jalusi mampu meminimalkan intrusi kebisingan sedikit lebih baik dibandingkan dua model jendela yang lain.

Kata kunci: ventilasi alami, intrusi kebisingan, jendela jalusi.

ABSTRACT

Low cost domestic building of warm humid climate depends very much on natural ventilation, and thus large openings. However, since adjacent street transforms into potential noise source, the openings will be critical points for noise intrusion. Opening design strategies is then of importance to adopt. Prior to this investigation, a computational simulation has been carried out to calculate ventilation rates within building to meet airflow requirement, which shows that there are three type of windows suitable to be employed. These windows, i.e. casement, top-hung and jalousie, were then to be examined of doing task in reducing noise ingress. The research shows indication rather than conclusion that jalousie window insignificantly offers better noise reduction than the two others do. Some unconsidered factors are predicted having effect on this result.

***Keywords**: natural ventilation, noise intrusion, jalousie window.*

PENDAHULUAN

Perkembangan jaman dengan semakin tingginya tingkat pendapatan masyarakat dan semakin besarnya tuntutan terhadap mobilitas manusia, telah membawa dampak terhadap meningkatnya pemakaian kendaraan bermotor. Sistem pintakat (Inggris: zoning) menurut fungsi bangunan, telah membuat jarak tempuh antara hunian dan tempat aktivitas sehari-hari menjadi semakin jauh, yang pada akhirnya membuat manusia menjadi lebih tergantung pada kendaraan bermotor daripada kendaraan tidak bermotor. Disamping itu, iklim tropis lembab sebagaimana dimiliki Indonesia menyebabkan kendaraan tidak bermotor bukanlah alat transportasi favorit. Ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan bermotor tidak akan memicu pemakaian kendaraan bermotor pribadi, seandainya transportasi publik dapat memenuhi kebutuhan dan memberikan tingkat kenyamanan yang cukup. Namun, sebagaimana kita rasakan, kondisi semacam ini belum jamak dijumpai di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Buruknya transportasi publik, telah menyebabkan warga masyarakat memilih kendaraan bermotor pribadi untuk dikendarai sehari-hari. Hal ini tentu menyebabkan beban jalan yang berlebihan, bahkan sangat dimungkinkan jalan-jalan bukan utama-pun meningkat pesat tingkat keramaian dan kebisingannya. Dalam kondisi inilah, jalan akan menjadi sumber kebisingan yang jauh lebih besar bila dibandingkan sumber kebisingan yang lain, seperti industri atau terminal bus.

Jalan akan kita jumpai di mana saja, tidak dapat dilokalisir, sebab di mana terdapat tempat aktivitas, maka akan selalu ada jalan sebagai aksesnya. Oleh karenanya, bangunan di sepanjang tepi jalan sangat potensial menderita kebisingan. Banyak prinsip dapat ditempuh oleh bangunan untuk mengatasi masuknya kebisingan yang bersumber dari jalan raya. Namun demikian, tidak semua bangunan mampu menerap-

kan prinsip-prinsip tersebut, sebagai contoh bangunan rumah tinggal sederhana. Tanpa peraturan yang membatasi pemakaian kendaraan bermotor masuk ke area-area privat, seperti halnya kawasan perumahan, maka jalan-jalan di kompleks perumahanpun potensial menjadi sumber kebisingan. Pada kondisi di mana bangunan tidak menerapkan prinsip akustika yang baik, maka sangat dimungkinkan kebisingan masuk ke dalam rumah dan mengganggu aktivitas di dalam rumah. Kondisi semacam ini dapat dijumpai di beberapa lokasi di Yogyakarta, seperti di Kawasan Sagan, Seturan, Condong Catur dan Minomartani, ketika jalan perumahan telah berubah fungsi sebagai jalur yang dilalui transportasi publik.

ISU UMUM

Prinsip meminimalkan masuknya kebisingan ke dalam bangunan tidak mudah diterapkan di negara tropis lembab, terutama pada bangunan domestik tipe sederhana. Prinsip-prinsip meminimalkan masuknya kebisingan dari jalan sangat bertentangan dengan prinsip-prinsip penghawaan secara alamiah bagi bangunan sederhana, dengan kondisi angin di sekitar bangunan dalam kecepatan yang rendah. Pada keadaan semacam ini, demi mencukupi tingkat ventilasi sebagaimana disyaratkan, penempatan jendela-jendela besar menghadap arah datangnya angin adalah prinsip yang harus diterapkan. Pada area perumahan yang cukup padat, arah datangnya angin adalah dari jalan di depan bangunan, yang juga merupakan titik asal kebisingan. Oleh karenanya, kompromi desain antara lubang ventilasi bagi masuknya udara namun sekaligus (setidaknya) dapat mengurangi masuknya kebisingan, menjadi solusi cukup ideal bagi bangunan semacam ini.

ISU KHUSUS

Studi awal terhadap kemungkinan adanya kompromi desain lubang ventilasi, dalam hal ini jendela, antara fungsinya sebagai media pertukaran udara dan kemampuan mengurangi masuknya kebisingan dari jalan. Jendela dengan kompromi desain semacam ini akan sangat diperlukan oleh bangunan sederhana yang potensial menderita kebisingan dari jalan di depannya.

PENDEKATAN TEORITIS

Kebisingan sebenarnya adalah bagian dari *noise,* yang dalam Bahasa Indonesia, sampai saat ini belum diperoleh padan kata yang tepat. *Noise* adalah *any unwanted sound*, jadi suatu sumber suara tidak harus bising untuk menjadi tidak dikehendaki atau untuk menimbulkan gangguan. *Noise* bersifat sangat subjektif sedangkan bising atau gaduh lebih bersifat umum. Oleh karenanya, secara teoritis, mengatasi kebisingan semestinya lebih mudah daripada mengatasi *noise*. Demikian pula suara yang muncul di jalan dapat dikategorikan sebagai bising bagi masyarakat umum. Intensitas suara yang cukup tinggi dihasilkan oleh mesin kendaraan bermotor, klakson dan gesekan antara roda dengan permukaan jalan. Bagi manusia normal, kebisingan dari sumber semacam ini dapat dipastikan menimbulkan gangguan. Kecuali bila yang bersangkutan bekerja atau tengah berada pada kondisi khusus. Misalnya sedang berada di bengkel kendaraan bermotor.

Inti dari terjadinya *noise* atau bising adalah suara yang merambat dari sumber yang bergetar. Beberapa cara dapat ditempuh untuk mengurangi intensitas suara tersebut, yaitu dengan mengurangi jumlah sumber dan tingkat getaran sumber, memperpanjang medium perambatan atau melindungi objek dari rambatan tersebut. Pada keadaan ketika sumber suara tidak dapat dikurangi dan lahan terlalu sempit untuk menciptakan jarak tertentu, maka prinsip perlindungan objek dari perambatan getaran dianggap sebagai suatu cara yang paling efektif untuk diterapkan. Objek dalam konteks penelitian ini adalah manusia, dengan bangunan sebagai pelindungnya. Bangunan yang hampir tidak memiliki lubang ventilasi, dapat dipastikan mampu melindungi penghuninya dari suara bising yang tidak dikehendaki, namun demikian, bangunan semacam ini tentu tidak sehat ditinjau dari aspek penghawaan. Lubang ventilasi dan sirkulasi dalam banguan seperti jendela dan pintu adalah titik kritis masuknya suara bising dari luar bangunan ke dalam bangunan dan sebaliknya. Gelombang suara mampu merambat memasuki celah yang sangat kecil sehingga seolah-olah terjadi duplikasi sumber suara (Gambar1). Oleh karena adanya perbedaan kepentingan atau persyaratan yang berlawanan semacam ini, perlu kiranya ditinjau faktor-faktor desain lubang ventilasi dan pintu yang memenuhi dua persyaratan berlawanan tersebut secara kompromis. Adapun faktor yang hendak ditinjau adalah: posisi, dimensi dan model lubang ventilasi (atau disebut juga jendela).

Posisi

Secara teoritis, posisi atau perletakan lubang ventilasi dan pintu yang tidak berhadapan langsung dengan sumber kebisingan akan mengurangi intensitas suara bising yang masuk ke dalam bangunan. Namun demikian belum ditemukan rumus secara khusus yang dapat dipakai untuk menghitung besarnya penurunan intensitas terhadap posisi lubang secara valid. Saat ini formula yang dapat dipakai adalah penurunan intensitas karena jarak, yaitu melalui formula:

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

Melalui formula tersebut, selama posisi lubang dapat diukur jaraknya dari sumber, dapat dihitung pula penurunan intensitasnya, sedangkan pengaruh posisi lubang apakah tegak lurus, paralel atau membentuk sudut tertentu terhadap gelombang perambatan, belum dapat ditentukan.

Dimensi

Secara prinsip, untuk meminimalkan intrusi kebisingan, elemen yang sengaja ditempatkan sebagai *blocking* harus memenuhi kriteria: tebal, berat, masif dan tanpa cacat/celah atau retak. Oleh karenanya, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1, keberadaan celah yang sangat kecil sekalipun dapat menyebabkan terjadinya intrusi kebisingan (McMullan, 1992). Selanjutnya dapat dijelaskan bahwa setelah penempatan lubang dengan sengaja pada suatu elemen, maka dimensi atau besaran lubang tidak akan berpengaruh besar terhadap tingkat intrusi kebisingan yang terjadi. Sebagaimana dapat dicontohkan, keberadaan jendela pada dinding, seberapun dimensinya, secara umum akan memberikan tingkat insulasi (kemampuan meredam kebisingan) antara 0 - 15 dB (Chunnif, 1977). Nilai insulasi berubah mengecil dan membesar bukan dipengaruhi oleh dimensi jendela, namun dikarenakan jarak pendengar apakah semakin menjauhi atau mendekati jendela. Karena secara dimensi, tingkat perbedaan intrusi kebisingan tidak memiliki perbedaan signifikan, maka dimensi lubang ventilasi hanya akan mempertimbangkan faktor untuk memenuhi persyaratan pertukaran udara secara alamiah.

Beberapa penelitian yang dilakukan oleh Givoni (1976), Lechner (Lechner, 1991) dan diteliti ulang oleh Mediastika (2000) menunjukkan bahwa posisi *inlet* dan *outlet* memberikan pengaruh besar terhadap tingkat ventilasi dan penyebaran udara dalam ruangan. *Inlet* yang lebih rendah dengan kemampuan melewatkan udara lebih kecil dari *outlet* akan meningkatkan kecepatan angin di sekitar lubang *inlet* dan artinya mampu menggerakkan udara yang semula diam untuk mengalir ke dalam bangunan. Besar kecilnya kemampuan lubang ventilasi dapat diperoleh dengan menerapkan perbedaan dimensi jendela atau jumlah *inlet* lebih sedikit atau lebih kecil daripada *outlet*. Posisi *inlet* tidak frontal terhadap angin datang juga memberikan kesempatan angin mengalir pada sebagian besar luas ruangan (Givoni, 1976).

Model

Selain perbedaan dimensi, aliran udara dapat pula terjadi karena pemilihan model/tipe lubang ventilasi yang berbeda tingkat kemampuan mengalirkan udaranya, meskipun dengan dimensi lubang ventilasi yang sama (Gambar 2). Pengamatan sebelumnya oleh Koenigsberger, dkk (1973) dan Thomas (1996) menunjukkan bahwa jendela model jalusi atau *louvre*, terlebih dengan lapisan bahan khusus (Gambar 3), dianggap mampu mengurangi masuknya kebisingan yang merambat bersama aliran udara. Sementara itu berdasarkan pada postulasi dua pengamatan sebelumnya mengenai jendela jalusi, Mediastika (2000) mencoba menguji tingkat ventilasi pada sebuah rumah tinggal sederhana dengan dua macam jendela *inlet,* yaitu model jalusi dan *top-hung.* Sementara untuk *outlet*-nya diuji model *casement.* Pengujian untuk mendapatkan tingkat ventilasi yang memenuhi standar ini dilakukan menggunakan sistem komputasi dua dimensi. Pemilihan jalusi dan *top-hung* sebagai *inlet* dan *casement* sebagai *outlet* didasarkan pada argumen bahwa perbedaan persentase kemampuan mengalirkan udara (jalusi/*top-hung* 75% dan *casement* 90%) akan mendorong terjadinya aliran udara saat kecepatan angin berada hampir nol dan pada posisi tidak frontal (tidak menghadap langsung) angin datang dan sumber kebisingan. Pada uji tingkat ventilasi, posisi tidak frontal atau menyamping sengaja dipilih atas pertimbangan bahwa dengan menempuh jalur yang lebih jauh (membelok) maka akan semakin kecil intensitas kebisingan yang masuk melalui jendela (Gambar 4). Pengujian menunjukkan bahwa *inlet* dengan model jalusi mampu mensuplai tingkat ventilasi dalam bangunan lebih baik dari model *top-hung*. Perbedaannya tidak terlalu signifikan, yaitu 10-20%, namun pada rumah sederhana, hal ini memberikan arti yang cukup penting. Berpijak pada hasil penelitian sebelumnya bahwa jendela model jalusi dan *top-hung* mampu mensuplai ventilasi alami sebagaimana disyaratkan bagi bangunan tropis lembab, yaitu sekitar 30 *air change per hour* (*ach*) (Moore, 1993), maka untuk memenuhi persyaratan kompromi desain sebagai lubang ventilasi sekaligus mengurangi masuknya kebisingan, ketiga model jendela ini akan diuji kemampuannya dalam mengurangi kebisingan yang masuk dari jalan. Sementara faktor posisi dan dimensi dieliminir (dibuat sama).

METODE PENELITIAN

Secara teoritis, baik Koenigsberger, dkk (1973) dan Thomas (1996) menyatakan bahwa jalusi dengan *absorbent linings* adalah model jendela yang cukup efektif mengurangi kebisingan. Namun demikian model semacam ini tentunya kurang dapat diterapkan pada bangunan domestik sederhana. Model yang tidak terlalu mahal dan rumit adalah model jalusi biasa dari bahan kayu atau kaca (nako). Namun karena pertimbangan bahwa bahan kaca memiliki permukaan hampir licin sempurna, sehingga poten-

sial memantulkan suara masuk ke dalam bangunan, maka model yang hendak diuji dibatasi pada jalusi yang terbuat dari bahan kayu (Gambar 5a).

Beberapa model pengujian dapat dilakukan untuk menguji performansi jendela, seperti simulasi dengan sistem komputasi, pengujian dengan model di ruang terkontrol (laboratorium) serta pengujian di lapangan (kondisi sesungguhnya). Tiga model pengujian ini idealnya dilakukan keseluruhan secara berkesinambungan. Hasil yang diperoleh dari pengujian secara simulasi dan laboratorium kemudian divalidasi pada pengujian lapangan. Namun demikian, pada penelitian ini, dua model pengujian yang pertama tidak dapat dilakukan karena terbatasnya sumber daya dan ketiadaan ruang terkontrol dalam laboratorium di lokasi peneliti. Pengujian kemudian dilakukan pada kondisi sesungguhnya dengan memanfaatkan bangunan yang masih dalam tahap penyelesaian (belum dihuni) namun cukup memenuhi persyaratan bagi pengujian ini.

Lokasi Pengujian

Sebuah rumah hampir selesai dibangun di kawasan perumahan di Sagan, Yogyakarta yang memiliki tiga buah ruang secara berjajar menghadap ke jalan dipilih sebagai lokasi pengujian. Ketiga ruang ini didesain dengan besaran yang sama yaitu 3 x 3 m^2 dan diselesaikan dengan *finishing* yang sama (Gambar 5b dan Gambar 6). Pada arah menghadap jalan dari ketiga ruang tersebut, masing-masing dipasang jendela dengan dimensi sama namun berbeda model: ruang 1 dengan 2 buah jendela *casement*, ruang 2 dengan 2 buah jendela *top-hung* dan ruang 3 dengan 2 buah jendela jalusi. Sebagaimana dipostulasikan dan diuji tingkat ventilasinya, semestinya posisi jendela menyamping yang tidak menghadap langsung pada sumber kebisingan akan mereduksi intrusi kebisingan secara lebih baik. Namun demikian, pada pengujian kebisingan sengaja dilakukan secara frontal, dikarenakan, pada posisi ruang berjajar secara menyamping, dapat dipastikan terdapat ruangan yang posisinya lebih dekat dan lebih jauh dari sumber kebisingan. Faktor jarak yang berbeda ini dapat mengakibatkan hasil pengujian menjadi kurang valid. Sedangkan pada posisi berjajar frontal menghadap kebisingan, semua titik dalam ruangan dengan jendela yang berbeda tersebut memiliki jarak yang relatif sama terhadap sumber kebisingan.

Waktu Pengujian

Jalan di depan bangunan yang merupakan lokasi pengujian adalah jalan perumahan yang telah berubah fungsi menjadi jalan tembus dari Jl. Cik Di Tiro ke dan Jl. Rahayu Samirono (sekarang: Jl. Herman Yohanes (Gambar 7)) dan demikian sebaliknya. Pada jam-jam sibuk seperti jam masuk dan pulang kerja, jalan tersebut telah beralih fungsi dari jalan perumahan menjadi jalan publik. Bahkan bila salah satu dari Jl. Cik Di Tiro atau Jl. Herman Yohanes ditutup karena alasan tertentu (misal: kecelakaan lalu lintas, pawai, demonstrasi, dll) maka alat transportasi publik-pun melintasi jalan ini. Agar tingkat kebisingan yang terukur cukup jelas maka pada pengujian ini dipilih jam-jam sibuk, yaitu antara pukul 07.00-08.30 WIB.

Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk pengujian adalah *Sound Level Meter* (SLM) Merek RION NL-10A dengan *measurement range* 33- 145 dB (L_{Aeq}), sebanyak 5 buah. Adapun penempatan kelima SLM tersebut seperti pada Gambar 5b dan Gambar 6. Pada posisi pengukuran di tepi jalan sengaja digunakan dua SLM terpisah sejauh 3 m agar didapatkan dua hasil pengukuran. Dua hasil pengukuran ini dapat saling menjadi kontrol agar diperoleh pengukuran yang valid sehubungan dengan kemungkinan pengaruh cuaca dan manusia yang dapat mempengaruhi hasil yang ditunjukkan oleh SLM, apabila hanya digunakan satu buah saja (Chunnif, 1977). Angka terakhir tingkat kebisingan di jalan merupakan angka rata-rata dari dua SLM tersebut. Sedangkan pada posisi pengukuran di dalam ruang, karena dianggap posisinya cukup stabil dan bebas dari kemungkinan gangguan, maka pada setiap ruang hanya diletakkan masing-masing satu SLM, dengan posisi berjarak 1 m dari jendela terpasang (Chunnif, 1977).

HASIL DAN DISKUSI

Tabel 1. Hasil Pengukuran Lapangan terhadap Tingkat Kebisingan

Tingkat bising ($L_{Aeq, 5\ min}$), dicatat sebanyak 13 kali dari pukul 07.00 s.d. 08.30				
No.	Tingkat Bising pada posisi pengukuran di jalan (Rata-rata A1&A2)	Tingkat bising di belakang jendela *casement*/**reduksi** yang terjadi (Posisi B1) (dBA/ dBA)	Tingkat bising di belakang jendela *top-hung*/**reduksi** yang terjadi (Posisi B2) (dBA/ dBA)	Tingkat bising di belakang jendela jalusi/**reduksi** yang terjadi (Posisi B3) (dBA/ dBA)
1	69.1 dBA	58.7 dBA / **10.4 dBA**	59.8 dBA / **9.3 dBA**	57.4 dBA /**11.7 dBA**
2	65.7 dBA	65.7 dBA / **10.0 dBA**	54.4 dBA / **11.3 dBA**	54.3 dBA /**11.4 dBA**
3	69.5 dBA	59.3 dBA / **10.2 dBA**	59.5 dBA / **10.0 dBA**	58.6 dBA /**10.9 dBA**
4	68.0 dBA	57.9 dBA / **10.1 dBA**	57.8 dBA / **10.2 dBA**	58.1 dBA /**11.4 dBA**
5	69.5 dBA	59.5 dBA / **10.0 dBA**	58.1 dBA / **11.4 dBA**	56.4 dBA /**11.6 dBA**
6	69.4 dBA	59.1 dBA / **10.3 dBA**	58.2 dBA / **11.2 dBA**	57.7 dBA /**11.8 dBA**
7	67.4 dBA	56.5 dBA / **10.9 dBA**	56.3 dBA / **11.1 dBA**	57.5 dBA /**11.9 dBA**
8	68.1 dBA	57.9 dBA / **10.2 dBA**	57.8 dBA / **10.3 dBA**	55.3 dBA /**12.1 dBA**
9	69.5 dBA	59.9 dBA / **9.9 dBA**	59.3 dBA / **10.2 dBA**	56.0 dBA /**12.1 dBA**
10	68.5 dBA	58.1 dBA / **10.4 dBA**	58.0 dBA / **10.5 dBA**	56.6 dBA /**11.9 dBA**
11	69.2 dBA	58.7 dBA / **10.5 dBA**	58.3 dBA / **10.9 dBA**	57.8 dBA /**11.4 dBA**
12	68.1 dBA	57.8 dBA / **10.3 dBA**	58.3 dBA / **9.8 dBA**	57.2 dBA /**10.9 dBA**
13	70.4 dBA	60.0 dBA / **10.4 dBA**	60.1 dBA / **10.3 dBA**	59.2 dBA /**11.2 dBA**
	Rata-rata reduksi	**10.28 dBA**	**10.50 dBA**	**11.56 dBA**

Selama waktu pengamatan dari pukul 07.00 s.d. 08.30 dilakukan pencatatan sebanyak 13 kali tingkat kebisingan di jalan maupun dibalik jendela dari $L_{Aeq,5min.}$ Selama pencatatan tidak dijumpai adanya penyimpangan berarti pada posisi SLM A1 dan A2, namun demikian, sebagaimana direncanakan, tingkat kebisingan di jalan dicatat sebagai rata-rata dari tingkat pengukuran di kedua titik tersebut.

Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 1, menunjukkan bahwa ruangan yang menggunakan jendela jalusi ternyata tidak memberikan reduksi yang secara signifikan lebih besar daripada reduksi yang terjadi pada ruangan dengan dua jenis jendela yang lain. Dalam hal ini jendela *casement* mampu mereduksi bising sebesar rata-rata 10,28 dBA saja, sementara jendela *top-hung* hanya mampu mereduksi 0,2 dBA lebih tinggi dari jendela *casement.* Perbedaan ini dapat dikategorikan sebagai sangat tidak signifikan.

Sementara itu pada ruangan yang menggunakan jendela jalusi dari bahan kayu sebagaimana dipakai dalam penelitian ini-pun ternyata hanya mampu memberikan reduksi bising sekitar 1 dBA lebih tinggi. Peningkatan reduksi sebesar 1 dBA saja dianggap kurang cukup menurunkan intrusi kebisingan di dalam rumah. Sebab perbedaan yang signifikan baru akan dirasakan bila penurunannya mencapai 6-7 dBA (Chunnif, 1977 dan Stein, 1986). Perbedaan tingkat reduksi pada pengujian ini hanya bergantung pada faktor model, setelah faktor posisi dan dimensinya dieliminir (dibuat sama).

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Munculnya perbedaan yang tidak signifikan dari model-model jendela yang diuji dan adanya kemungkinan faktor lain yang belum terdeteksi dalam penelitian lapangan ini menyebabkan belum ada kesimpulan valid yang dapat ditarik. Catatan menunjukkan bahwa jendela jalusi mampu mereduksi sedikit lebih baik dari dua model jendela yang lain. Hal ini dapat dikatakan lebih sebagai indikasi daripada sebuah kesimpulan.

Penelitian-penelitian yang diselenggarakan dalam ruang terkontrol atau laboratorium direkomendasikan untuk dilakukan, sebagai kelanjutan dari studi awal ini demi mendapatkan kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan. Hal ini penting guna meminimalkan faktor-faktor berpengaruh yang mungkin timbul. Inventarisasi faktor-faktor yang kemungkinan berpengaruh terhadap performansi jendela selain posisi dimensi dan model, serta penentuan faktor-faktor yang akan diuji selain ketiga faktor tersebut, juga penting dilakukan sebelum masuk pada proses pengujian. Selain itu, pelapisan permukaan jendela jalusi dengan bahan lebih lunak namun murah dan mudah didiperoleh di pasaran, seperti karet tipis, juga direkomendasikan untuk diuji, guna meningkatkan kemampuannya mereduksi kebisingan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari rangkaian penelitian yang didanai oleh Yayasan Slamet Rijadi Yogyakarta. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada penyandang dana.

NOTASI

I = intensitas atau kekuatan suara (dB)
P = daya sumber suara (Watt)
r = jarak antara sumber suara dengan penerima suara (m)

DAFTAR PUSTAKA

----------. *Calculation of Road Traffic Noise*. Department of the Environment Welsh Office, Her Majesty's Stationery Office, London, 1975: 2, 3, 7, 16, 19, 27, 31.

Chunnif, Patrick F. *Environmental Noise Pollution*. John Wiley and Sons, New York, 1977: 57-58, 66, 128-146.

Collin, Ian D. and Eric J. Collins. *Window Selection*. Newnes Butter-worths, London, 1977: 10-14, 20-21, 64-66.

Croome, D.J. *Noise, Buildings and People*. Pergamon Press, UK, 1977: 286-287, 365-369

Givoni, B. *Man, Climate, and Architecture*. Applied Science Publishers Ltd., London, 1976: 6, 289-306.

Koenigsberger, O.H, dkk. *Manual of Tropical Housing and Building*. Orient Longman, Bombay, India, 1973: 51, 129, 190, 198.

Lechner, Norbert. *Heating, Cooling, Lighting (Design Methods for Architect)*. John Wiley and Sons, New York, 1991: 29-32, 187, 190-191.

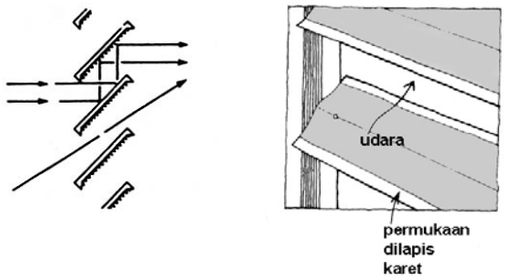
McMullan, Randall. Environmental Science in Buildings. Third Edition, McMillan, London, 1992

Mediastika, CE. *Design Solutions for Naturally Ventilated Low Cost Housing in Hot Humid Region with Regard to Particulate Matter and Noise Reduction*. Unpublished PhD Dissertation, University of Strathclyde, UK, 2000.

Moore, Fuller. *Environmental Control System*. McGraw-Hill Inc., 1993: 30, 179-187, 192-193

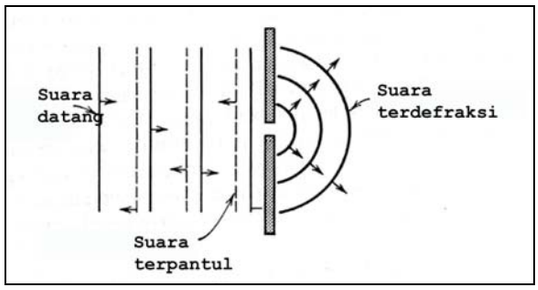
Thomas, Randall. *Environmental Design*. First Edition, E & FN Spon, London, 1996: 22-23, 45-47, 126-127

Stein, Benjamin, dkk. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. Seventh Edition, John Wiley and Sons, Canada, 1986.

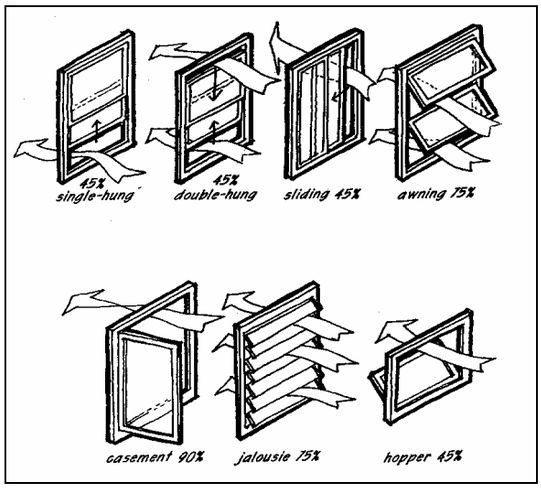


Gambar 3. Jendela jalusi dengan *absorbent linings*

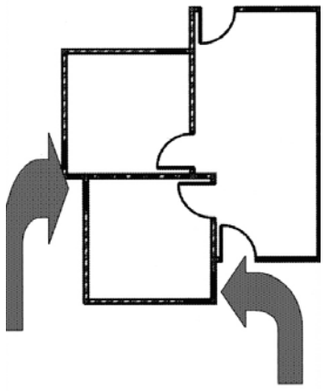
LAMPIRAN



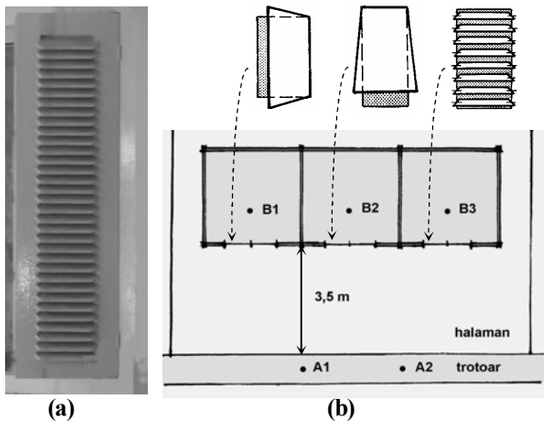
Gambar 1. Keberadaan celah kecil pada suatu elemen akan memunculkan duplikasi sumber suara



Gambar 2. Beberapa model jendela dan persentase kemampuan mengalirkan udara terhadap dimensi jendela

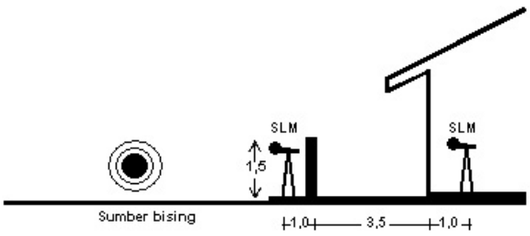


Gambar 4. Posisi jendela menyamping (tidak frontal) memperpanjang jalur perambatan suara dari sumbernya

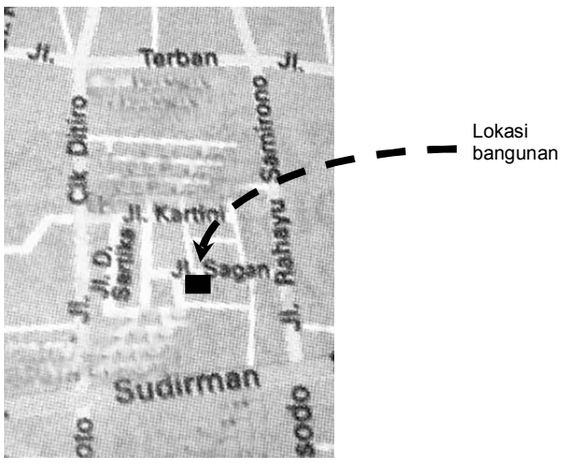


(a) **(b)**

Gambar 5a dan 5b. Model jendela jalusi kayu sederhana dan posisi ruang terhadap jalan dan titik perletakan Sound Level Meter (SLM) pada titik A1, A2, B1, B2 dan B3



Gambar 6. Posisi *Sound Level Meter* SLM di dalam dan di luar ruang/bangunan (dimensi pada gambar dalam satuan meter)



Gambar 7. Lokasi bangunan di kawasan Sagan, kota Yogyakarta