

KARAKTERISTIK *SOUND TRANSMISSION LOSS* PINTU AKUSTIK YANG DIGUNAKAN SEBAGAI PENGHALANG KEBISINGAN

CHARACTERISTICS OF SOUND TRANSMISSION LOSS EMITTED FROM NOISE BARRIER ACOUSTIC DOORS

Achmad Suandi

Puslit KIM-LIPI, Kompleks Puspipstek Serpong-Tangerang 15314

e-mail: achmadsuwandi@kim.lipi.go.id; wandhini@yahoo.com

Abstract

This paper presents the sound transmission through acoustic doors. In addition, the possibility of an appreciable sound leak on the acoustic door is briefly discussed. Characterization of two different types of acoustic doors has been done, namely single and double opening acoustic doors. Acoustic door is frequently used to reduce noise level inside a room, which is emitted from noise sources, such as blower, generator set, industrial machinery, etc. Excellent acoustic quality can be achieved by acoustic doors which can produce high sound transmission class values (STC). The STC values can be measured by sound transmission loss tests. The sound transmission loss tests for both acoustic doors were carried out in the noise source and receiving rooms at Acoustic Laboratory of Puslit KIM-LIPI, Serpong. Based on the measurement results, it was proved that single opening acoustic door produced higher STC values than that of double opening acoustic door. The single opening acoustic door had an STC of 49 dB, whereas the double opening acoustic door resulted in STC of 47 dB.

Keywords: single opening acoustic door, double opening acoustic door, sound transmission loss, sound transmission class (STC).

1. PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan salah satu pencemaran lingkungan yang bisa terjadi di mana-mana, seperti kebisingan yang diakibatkan oleh mesin-mesin industri atau kebisingan akibat aktivitas kendaraan bermotor (Endi dan Suandi, 2002). Terjadinya gangguan kebisingan pada suatu lingkungan dengan intensitas yang tinggi dapat menimbulkan masalah yang sangat serius terhadap komunitas yang berada di sekitar lingkungan tersebut. Terutama jika gangguan kebisingan tersebut terjadi pada suatu lingkungan yang membutuhkan suasana yang tenang, seperti rumah sakit, tempat peristirahatan, perpustakaan, dan lain-lain (Sudrajat, 2002). Pengurangan gangguan kebisingan yang terjadi pada suatu lingkungan dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti contohnya dengan memasang tembok penghalang bising

(*noise barrier*). Kebisingan di dalam ruangan tertutup dapat diatasi dengan memasang panel partisi atau pintu akustik yang terbuat dari suatu komposisi bahan tertentu. Ditinjau dari sisi akustik, suatu penghalang bising harus memiliki kualitas peredaman suara yang baik. Hal tersebut bertujuan agar intensitas tingkat kebisingan yang diteruskan oleh penghalang bising berkurang (Endi, 2004). Pembuatan suatu penghalang bising yang dapat menghasilkan nilai peredaman suara tinggi tidak mudah. Hal ini dikarenakan penghalang bising seperti pintu akustik atau panel akustik yang sejenisnya biasanya akan mengalami kebocoran suara yang cukup besar. Terutama kebocoran tersebut terjadi pada daerah frekuensi antara frekuensi 1000 Hz sampai dengan 4000 Hz (Akil dan Suandi, 2007). Daerah frekuensi tersebut merupakan daerah frekuensi audio yang banyak terjadi dalam segala aktivitas manusia

sehari-hari, seperti suara mesin-mesin industri, kendaraan bermotor atau musik. Oleh karena itu pintu akustik harus dibuat dengan memperhatikan kaidah akustik yang benar, seperti pemilihan komposisi bahan yang akan digunakan atau dalam teknik perancangan konstruksi pintu akustik.

Sound transmission loss adalah besaran yang digunakan untuk menyatakan energi suara yang hilang sewaktu ditransmisikan melewati penghalang bising. *Sound transmission loss* dinyatakan dalam satuan *decibel* (dB). Menurut Suandi (2003), nilai *sound transmission loss* yang terjadi pada suatu dinding partisi tunggal seperti pintu akustik atau tembok dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$STL = 10 \log \left(1 + \frac{\omega^2 m^2}{4(\rho c)^2 / \cos^2 \theta} \right) (\text{dB}) \dots (1)$$

dengan:

STL = *sound transmission loss* (dB)

m = massa panel (kg)

ρ = densitas udara (kg/m^3)

c = kecepatan suara di udara (m/det)

ω = frekuensi sudut (radian/detik)

$\cos \theta$ = fraksi gelombang suara

Berdasarkan teori yang diberikan pada persamaan (1), dapat ditentukan bahwa untuk meningkatkan nilai *sound transmission loss* sebesar 6 dB diperlukan penambahan massa panel sebesar dua kali lipat. Apabila ingin meningkatkan nilai *sound transmission loss* yang lebih besar lagi diperlukan penambahan massa panel secara berlipat ganda. Konsekuensi penambahan massa panel tersebut, yaitu bobot panel akan semakin bertambah berat sehingga cara tersebut sangat tidak efisien. Suatu upaya untuk meningkatkan nilai *sound transmission loss* dengan tanpa menambah massa panel secara terus menerus dapat dilakukan dengan merancang pintu akustik konstruksi panel ganda (*double wall panel*). Konstruksi panel

ganda adalah suatu penghalang bising yang terdiri dari dua buah *panel board* yang dipisahkan oleh rongga udara (*cavity*). Namun, efek yang ditimbulkan dari adanya konstruksi panel ganda ini adalah timbulnya resonansi panel ganda (*double wall resonance*). Fenomena resonansi panel ganda tersebut diakibatkan oleh adanya pergerakan dari dua buah massa (panel) yang dikopling oleh rongga udara. Menurut Suandi dan Akil (1998), frekuensi resonansi panel ganda dapat diprediksi dengan menggunakan formula (2).

$$fr = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2\rho c^2}{md}} \quad (\text{Hz}) \quad \dots (2)$$

dengan:

fr = frekuensi resonansi panel ganda (Hz)

ρ = densitas udara (kg/m^3)

c = kecepatan suara di udara (m/detik)

m = massa panel (kg)

d = jarak rongga udara (m)

Pemasangan bahan penyerap suara di dalam rongga udara panel pintu akustik akan menghambat propagasi gelombang suara yang merambat di dalam rongga udara. Pemasangan bahan penyerap tersebut dapat meningkatkan nilai *sound transmission loss* sekitar 10 dB (Booklet, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kualitas peredaman kebisingan pada dua tipe pintu akustik. Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai jenis pintu akustik yang sesuai untuk menurunkan intensitas kebisingan yang terjadi pada lingkungan kerja.

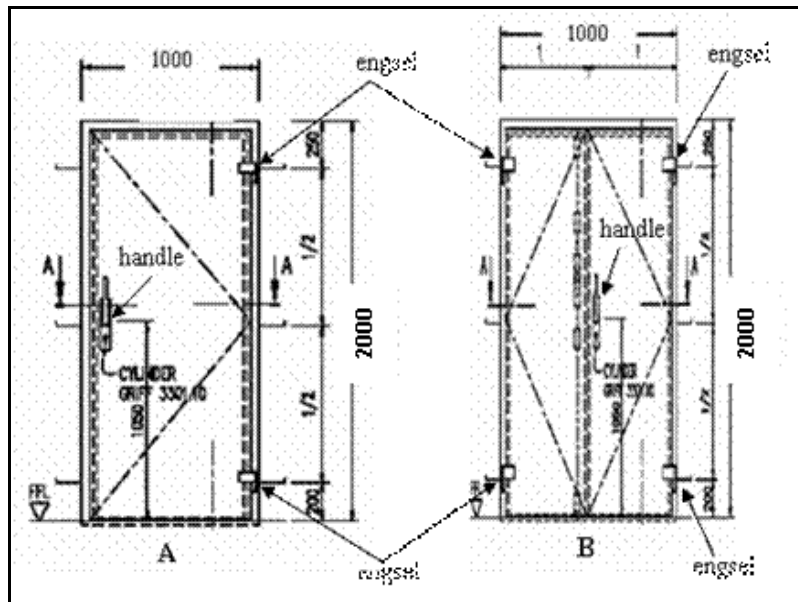
2. METODOLOGI

Konstruksi Pintu Akustik

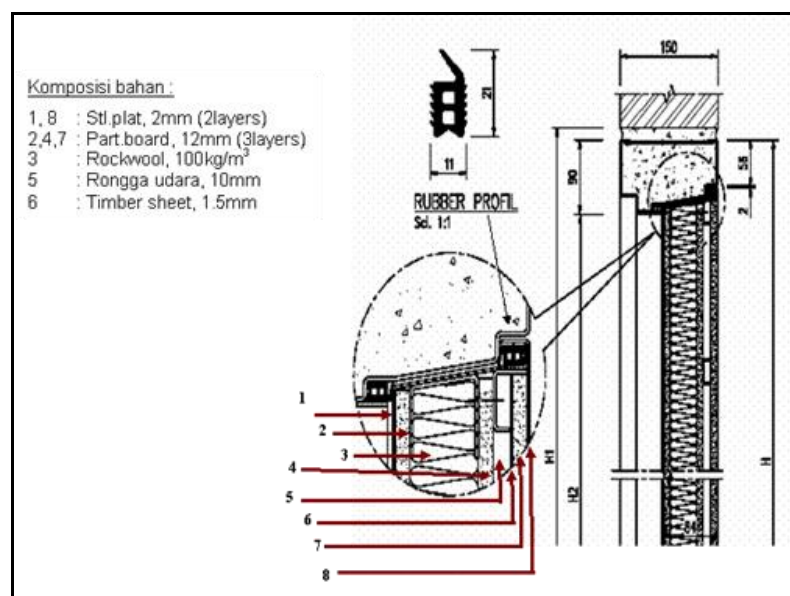
Dalam penelitian ini dibuat dua buah pintu akustik dengan model yang berbeda, yaitu pintu akustik model bukaan satu pintu dan model bukaan dua pintu. Namun kedua jenis pintu akustik tersebut menggunakan komposisi

bahan yang sama dan dimensi yang sama pula. Ketebalan total panel, lebar panel daun pintu, dan tinggi panel pintu akustik yang digunakan, adalah 100, 1000, dan 2000 mm. Panel pintu akustik ini semuanya dibuat dengan menggunakan teknik perancangan

panel ganda. Ilustrasi pintu akustik bukaan satu pintu dan bukaan dua pintu dapat dilihat pada Gambar 1. Komposisi bahan untuk pintu akustik type A (bukaan satu pintu) dan pintu akustik type B (bukaan dua pintu) seperti terlihat pada Gambar 2



Gambar 1. Ilustrasi Konstruksi Pintu Akustik: (A) Pintu Akustik Model Bukaan Satu Pintu, (B) Pintu Akustik Model Bukaan Dua Pintu



Gambar 2. Komposisi Bahan yang Digunakan Bahan dalam Pembuatan Pintu Akustik

Prosedur Pengujian Kualitas Peredaman Suara Pintu Akustik

Kualitas peredaman suara yang dihasilkan oleh pintu akustik diuji dengan melakukan

pengukuran *sound transmission loss* terhadap pintu akustik tersebut. Pengukuran *sound transmission loss* dilakukan pada sebuah fasilitas pengujian akustik yang disebut ruang

sumber dan penerima (*source and receiving room*). Pada prinsipnya pengukuran *sound transmission loss* pintu akustik dilakukan dengan jalan mengukur tingkat tekanan suara yang terjadi di dalam ruang sumber dan ruang penerima. Sampel, yang akan diukur, dipasang pada bukaan (*test opening*) yang terdapat pada dinding pemisah antara ruang sumber dan ruang penerima. Prosedur pengukuran *sound transmission loss* dilakukan berdasarkan standard ASTM E 90-04: “*Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions and Elements*”, kemudian nilai reduksi suara (R) yang dihasilkan oleh suatu bahan yang diuji dapat dihitung dengan persamaan (3).

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \quad (dB) \quad (3)$$

$$A = \frac{0,613 V}{T}$$

dengan:

L_1 = tingkat tekanan suara rata rata yang terjadi di ruang sumber (dB)

L_2 = tingkat tekanan suara rata rata yang terjadi di ruang penerima (dB)

S = luas sampel yang diuji (m^2)

A = absorpsi total yang dihitung dengan menggunakan Sabine

V = volume ruang penerima (m^3),

T = waktu dengung di ruang penerima (detik)

Nilai tunggal dari hasil pengukuran *sound transmission loss* disebut *Sound Transmission Class (STC)*, (ASTM-E 413, 2004). Secara umum nilai STC tersebut bisa diartikan sebagai klasifikasi kualitas peredaman suara yang dihasilkan oleh suatu bahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Karakterisasi Pintu Akustik

Pintu akustik yang dikarakterisasi dalam percobaan ini terdiri dari 2 jenis, yaitu pintu akustik bukaan satu pintu dan pintu akustik bukaan dua pintu. Konstruksi kedua jenis panel pintu akustik dapat dilihat pada Gambar 1A dan 1B. Karakterisasi terhadap kedua jenis pintu tersebut dilakukan dengan melakukan pengukuran *sound transmission loss* pada rentang frekuensi mulai dari 125 Hz sampai dengan 4000 Hz dengan perpindahan pita frekuensi 1/3 oktaf. Hasil pengukuran *sound transmission loss* dari masing masing pintu akustik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran *Sound Transmission Loss*

Frequency (Hz)	Sound Transmission Loss, dB (Double Opening Door)		Sound Transmission Loss, dB (Single Opening Door)	
	Sebelum dipasang rubber seal	Setelah dipasang rubber seal	Sebelum dipasang rubber seal	Setelah dipasang rubber seal
125	31.0	31.7	33.6	34.3
160	29.5	29.6	33	33.3
200	31.9	32.4	33.7	34.8
250	35.8	36.4	35.2	37.0
315	37.0	37.6	36.8	38.1
400	40.2	40.6	37.3	40.2
500	44.1	44.4	43.6	45.7
630	45.7	46.8	43.8	47.9
800	45.8	48.5	45.8	49.8
1000	47.7	50.7	46.2	53.2
1250	48.0	50.8	48.1	55.7
1600	44.4	50.5	50.2	58.0
2000	45.0	50.4	49.8	59.2
2500	44.1	51.7	47.2	60.8
3150	43.7	51.6	45.9	61.0
4000	43.2	52.7	44.5	57.5

Pembahasan

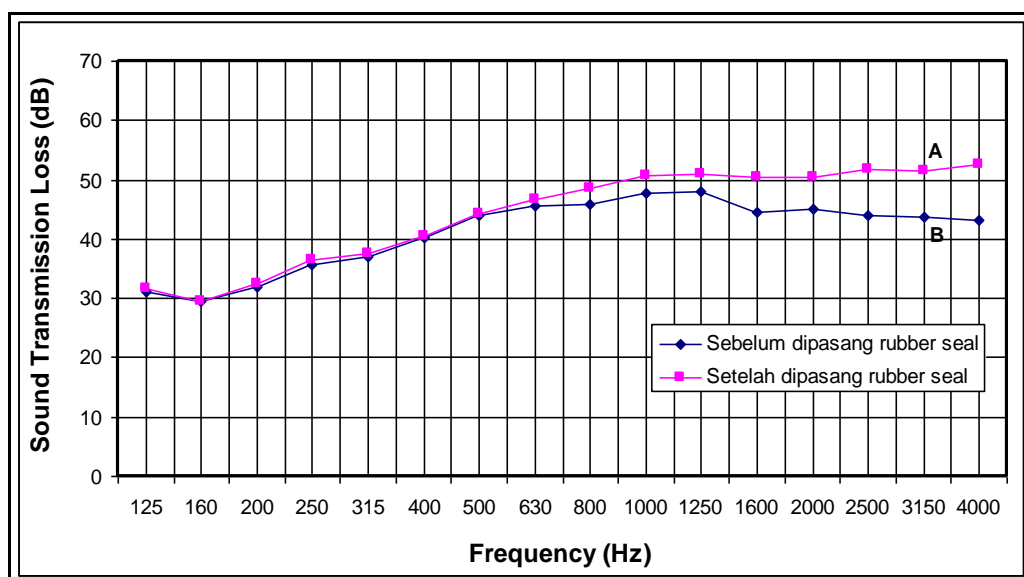
Seperti telah dibahas di atas bahwa untuk menentukan kualitas peredaman suara yang dihasilkan oleh sebuah pintu akustik, maka dilakukan pengukuran *sound transmission loss*. Semakin besar nilai *sound transmission loss* dari sebuah pintu akustik, artinya pintu akustik tersebut memiliki kualitas peredaman suara yang semakin baik.

Nilai *sound transmission loss* yang dihasilkan oleh sebuah pintu akustik akan sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan yang dipergunakan dalam pembuatan daun pintu. Perancangan konstruksi pintu akustik akan memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap kualitas peredaman suara yang dihasilkan. Seperti contohnya presisi pembuatan sudut lekukan pada sisi-sisi daun pintu. Dengan demikian, jika pintu ditutup maka antara daun pintu dan *frame* betul-betul rapat tidak ada celah sedikitpun. Hal ini dikarenakan gelombang suara pada daerah frekuensi tinggi akan menyelip masuk melalui celah-celah di antara daun pintu dan *frame* walaupun celah tersebut sangat kecil. Kebocoran suara pada daerah ini dapat diatasi dengan jalan memasang *rubber seal* pada sekeliling sudut permukaan *frame* yang akan bersentuhan dengan daun pintu. Gambar 3 dan

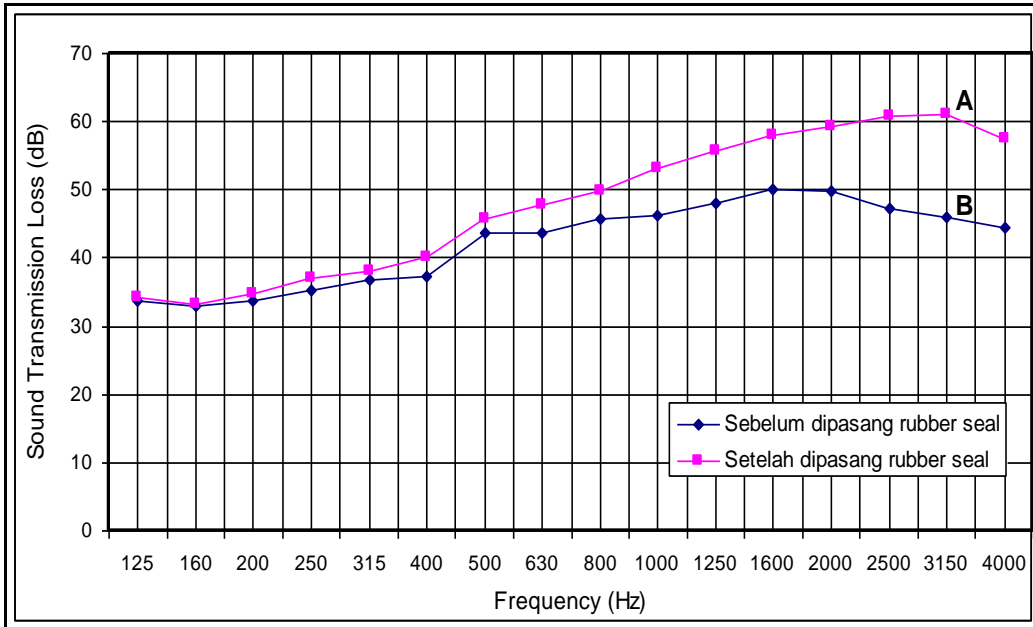
4 memperlihatkan pengaruh pemasangan *rubber seal* terhadap nilai *sound transmission loss* yang dihasilkan oleh pintu akustik.

Dari kedua grafik karakteristik *sound transmission loss* (grafik A dan B) yang dihasilkan oleh pintu akustik bukaan dua pintu (Gambar 3) dan pintu akustik bukaan satu pintu (Gambar 4), dengan sangat jelas terlihat bahwa pemasangan *rubber seal* pada sisi-sisi *frame* pintu akustik ternyata dapat meningkatkan nilai *sound transmission loss* yang cukup signifikan terutama pada daerah frekuensi tinggi yaitu mulai dari frekuensi 800 Hz sampai dengan 4000 Hz.

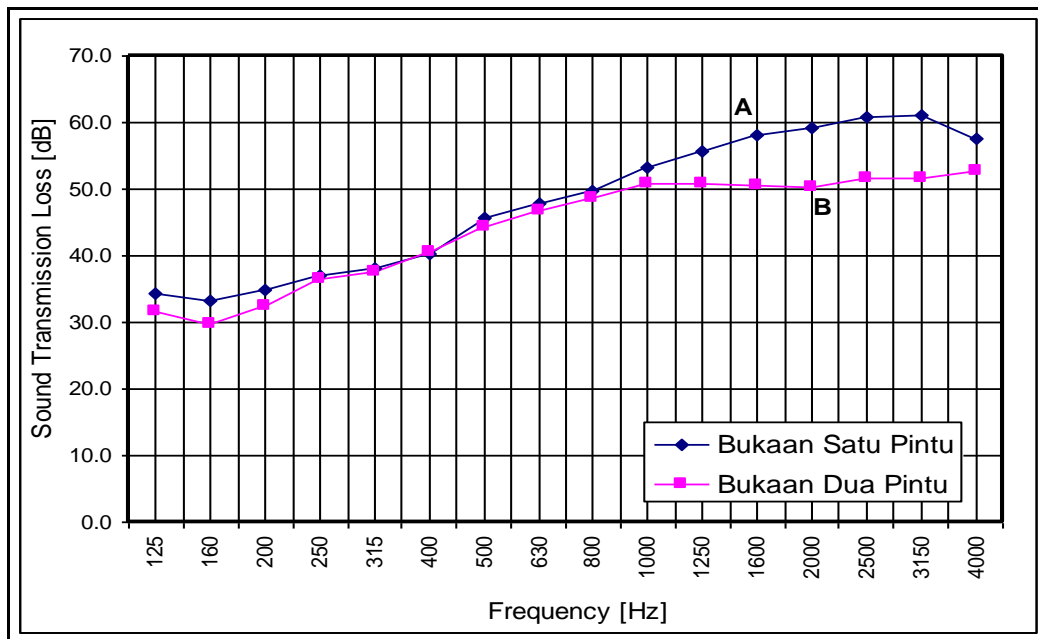
Gambar 5 menunjukkan perbandingan antara karakteristik *sound transmission loss* yang dihasilkan oleh pintu akustik bukaan satu pintu dan bukaan dua pintu pada kondisi kedua pintu akustik sudah dipasang *rubber seal*. Dari grafik A dan grafik B pada Gambar 5, terlihat bahwa pada daerah frekuensi mulai dari 125 Hz sampai dengan 800 Hz, kedua variasi pintu akustik menghasilkan nilai *sound transmission loss* yang hampir sama, dimana kedua grafik *sound transmission loss* menunjukkan kenaikan dengan sangat sistematis, dengan slope kenaikan *sound transmission loss* sekitar 6 dB/oktaf band frekuensi.



Gambar 3. Perbandingan Grafik *Sound Transmission Loss* yang Dihasilkan oleh Pintu Akustik Bukaan Dua Pintu, antara Sebelum Dipasang *Rubber Seal* (B) dan Setelah Dipasang *Rubber Seal* (A).



Gambar 4. Perbandingan Grafik *Sound Transmission Loss* yang Dihasilkan oleh Pintu Akustik Bukan Satu Pintu, antara Sebelum Dipasang *Rubber Seal* (B) dan Setelah Dipasang *Rubber Seal* (A).



Gambar 5. Perbandingan Grafik *Sound Transmission Loss* yang Dihasilkan oleh Pintu Akustik Bukaan Satu Pintu (A) dan Pintu Akustik Bukaan Dua Pintu (B) dengan Kondisi Pada Kedua Pintu Akustik Sudah Terpasang *Rubber Seal*.

Mulai dari frekuensi 1000 Hz, grafik *sound transmission loss* yang dihasilkan oleh pintu akustik bukaan dua pintu sudah menunjukkan adanya kejenuhan. Nilai *sound transmission loss* yang dihasilkan oleh pintu akustik

bukaan dua pintu hampir konstan pada level 50dB. Pada pintu akustik bukaan satu pintu masih menunjukkan peningkatan nilai *sound transmission loss* yang cukup besar sampai menyentuh pada level 60 dB.

Penyebab terjadinya kejenuhan pada pintu akustik bukaan dua pintu diduga akibat masih adanya kebocoran suara yang menyelip melalui sekeliling sisi panel daun pintu yang bersentuhan dengan *frame* atau melalui engsel. Hal tersebut dikarenakan konstruksi pintu akustik bukaan dua pintu memiliki dua buah daun pintu dan dua pasang engsel. Konstruksi pintu akustik bukaan satu pintu hanya memiliki satu buah daun pintu dan satu pasang engsel. Kebocoran suara biasanya terjadi pada daerah sisi-sisi panel daun pintu atau sela-sela yang sempit di sekitar engsel. Hal ini menyebabkan resiko terjadinya kebocoran suara akan lebih besar dialami oleh pintu akustik bukaan dua pintu dibandingkan dengan pintu akustik bukaan satu pintu. Tingkat presisi yang tinggi dalam pengerjaan pembuatan konstruksi pintu akustik, seperti dalam pembuatan panel daun pintu, engsel, kunci, *frame*, dan lain sebagainya sangat diperlukan untuk mengurangi kebocoran suara. Semakin presisi konstruksi pintu akustik tersebut dibuat, maka kebocoran suara akan semakin berkurang.

Hasil pengukuran *sound transmission loss* diukur pada beberapa frekuensi, yaitu mulai dari 125 Hz sampai dengan 4000 Hz. Hasil pengukuran ini dibandingkan dengan nilai standar (*reference value*) dan dihitung dengan menggunakan formula tertentu (ASTM-E 413, 2004) sehingga didapat angka tunggal yang disebut nilai STC. Nilai STC ini digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas peredaman suara yang dihasilkan oleh suatu bahan yang diuji. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa pintu akustik bukaan satu pintu menghasilkan nilai STC = 49 dB dan pintu akustik bukaan dua pintu menghasilkan nilai STC = 47 dB.

Berdasarkan fakta tersebut dapat diketahui, yaitu walaupun terbuat dari bahan yang sama, pintu akustik bukaan satu pintu menghasilkan kualitas peredaman suara jauh lebih baik dibandingkan dengan bukaan dua. Kondisi

tersebut berlaku terutama untuk meredam suara pada daerah frekuensi tinggi. Oleh sebab itu, dalam aplikasinya di lapangan, apabila suatu lingkungan kerja mengalami gangguan kebisingan dengan frekuensi suara yang tinggi maka sebaiknya menggunakan pintu akustik bukaan satu pintu. Hal ini bertujuan untuk meredam gangguan kebisingan yang terjadi di lingkungan kerja tersebut. Pintu akustik bukaan dua pintu sangat tepat digunakan untuk meredam kebisingan pada suatu lingkungan yang tidak mengeluarkan suara pada daerah frekuensi tinggi, seperti mesin blower, AHU, mesin genset dan lain sebagainya.

4. KESIMPULAN

Konstruksi pintu akustik bukaan dua pintu memiliki resiko kebocoran suara lebih besar dibandingkan bukaan satu pintu terutama pada daerah frekuensi tinggi. Walaupun kedua jenis pintu akustik tersebut terbuat dari bahan yang sama dan memiliki dimensi yang sama, pintu akustik bukaan satu pintu menghasilkan kualitas peredaman suara jauh lebih baik dibandingkan dengan bukaan dua pintu. Pintu akustik bukaan satu pintu menghasilkan nilai STC = 49 dB, sedangkan pintu akustik bukaan dua pintu menghasilkan nilai STC = 47 dB. Pintu akustik bukaan satu pintu memiliki kemampuan peredaman suara sangat baik pada daerah frekuensi tinggi. Pintu akustik bukaan dua pintu lebih tepat digunakan untuk meredam kebisingan pada lingkungan yang tidak mengeluarkan suara pada daerah frekuensi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akil, H.A. dan Suandi, A. (2007). Mengatasi Kebocoran Suara Pada Daerah Frekuensi Kritis Dari Suatu Dinding Panel Partisi Ganda Dengan Pelapisan Timah Hitam Pada Salah Satu Sisi Panel. *Publikasi Ilmiah-Majalah Instrumentasi*. 31. 12.

- ASTM-E 413 (2004). Classification for Rating Sound Insulation. American National Standards Institute, New York.
- ASTM-E 90 (2004). Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions and Elements. American National Standards Institute, New York.
- Booklet, C.T. (2003). Noise Control in Building. Saint Gobain Company. Valley-Forge, PA 19482-USA.
- Endi, D.R.T. dan Suandi, A. (2002). Suatu Upaya untuk Mengoptimalkan Nilai Reduksi Bunyi Panel Partisi Ganda. *Seminar Fisika dan Aplikasinya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Endi, D.R.T. (2004). Pengukuran Kebisingan Kendaraan Bermotor Menurut Standar Internasional (ISO 362). *Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*. BSN, Jakarta.
- Suandi, A. dan Akil, H.A. (1998). Pergeseran Daerah Frekuensi Resonansi Guna Meningkatkan Nilai Reduksi Bunyi Pada Dinding Panel Partisi Ganda. *Publikasi Ilmiah - Majalah Instrumentasi*. 34. 8.
- Suandi, A. (2003). Analisis Karakteristik Reduksi Suara Dari Beberapa Konfigurasi Panel Partisi. Tugas Akhir (S1). Jurusan Teknik Fisika, FT-Universitas Nasional, Jakarta.
- Sudrajat, A. (2002). Pengendalian Kebisingan Dengan Cara Mengharmonisasikan Sistem Tata Suara Pada Sebuah Ruang Diskotik Di Jakarta. *Majalah Ilmu Dan Budaya*. Universitas Nasional, Jakarta.