

PENGENDALIAN BISING PADA BANGUNAN APARTEMEN

Pendahuluan

Apartemen dapat dikatakan sebagai penyatuan banyak bangunan tempat tinggal menjadi satu bangunan berlantai banyak yang terdiri dari beberapa unit tempat tinggal. Terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh bangunan apartemen, salah satunya adalah privasi di dalam tiap-tiap unitnya. Termasuk ke dalam hal ini adalah suara. Suara dari luar tidak boleh mengganggu ketenangan penghuni apartemen, dan sebaliknya, suara dari dalam apartemen tidak boleh terdengar keluar karena akan merusak privasi penghuni apartemen.

Sumber suara yang bisa menjadi bising pada bangunan apartemen antara lain berasal dari sistem utilitas bangunan, seperti AHU, sistem pemipaan, dan elevator. Selain itu juga ada sumber bising yang berasal dari dalam unit apartemen, antara lain pembicaraan penghuni, suara dari peralatan elektronik seperti televisi, radio, computer, dan sebagainya. Suara dari dalam unit apartemen tersebut tidak boleh terdengar dari koridor maupun dari unit tetangga.

Kasus yang akan dibahas dalam paper ini adalah mengambil contoh bangunan apartemen Metropolis yang akan berdiri di Jalan Raya Tenggilis Surabaya. Apartemen ini mengambil pasar mahasiswa. Dilihat dari tipe penghuninya bangunan ini akan membutuhkan pengendalian bising yang lebih, karena tipe dari mahasiswa itu sendiri ada bermacam-macam. Akan ada mahasiswa yang suka berbuat gaduh dengan memutar musik dengan volume keras, ada juga yang membutuhkan situasi yang tenang untuk belajar. Dengan pengendalian bising yang bagus, maka kedua tipe mahasiswa tersebut tidak akan saling mengganggu.

Pembahasan

Kebisingan yang terjadi dalam bangunan dapat berasal dari berbagai titik. Jenis perambatan kebisingan dapat dibedakan menurut medium yang dilalui gelombang bunyi, yaitu:

1. *Airborne sound*, adalah perambatan gelombang bunyi melalui medium udara. Model perambatan semacam ini akan sangat mudah masuk ke dalam bangunan jika terdapat lubang, celah, atau retak pada elemen bangunan, terutama pada elemen vertikal seperti dinding. Perambatan juga dapat terjadi melalui elemen vertikal atas, yaitu atap atau/dan plafon. Perletakan jendela dan lubang ventilasi atau pemakaian elemen penutup atap dari material yang tidak rapat seperti rumbia atau gen tens dengan kait yang tidak presisi, juga akan merambatkan kebisingan.
2. *Structureborne sound*, adalah istilah yang secara umum dipakai untuk proses perambatan bunyi melalui benda padat. Dalam konteks ini benda padat diasosiasikan dengan elemen bangunan itu sendiri, sehingga disebut *Structureborne sound*. Perambatan melalui elemen bangunan umumnya terjadi ketika sumber kebisingan menempel atau sangat berdekatan dengan elemen tersebut, misalnya menempel pada atau sangat berdekatan dengan dinding. (Mediastika, 2005)

KEBISINGAN YANG MERAMBAT SECARA AIRBORNE

Masalah pertama yang sering timbul pada apartemen adalah bisung yang berasal dari suara pembicaraan, baik yang berasal dari koridor maupun yang berasal dari unit apartemen tetangga sebelah. Umumnya suara ini akan merambat melalui medium udara.

Saat bunyi merambat melalui medium udara, perambatannya dapat dibatasi dengan memasang objek yang mampu menghalangi perambatan tersebut. Cara kerja penghalang dapat berupa pemantulan kembali gelombang bunyi ke arah sumber atau ke arah lain selain ke balik penghalang. Kemungkinan berikutnya adalah memakai objek dari material yang mampu menyerap gelombang bunyi yang merambat. Metode yang kedua ini seringkali tidak berhasil, ketika material tersebut karena sesuatu hal justru ikut bergetar sehingga akan meneruskan bunyi ke balik penghalang. Objek penghalang yang terbuat dari material yang cukup lunak, tidak licin permukaannya, namun memiliki ketebalan dan berat yang cukup, akan mampu melakukan tugasnya dengan baik (mediastika, 2005).

KEBISINGAN LEWAT STRUKTUR BANGUNAN

Masalah kedua yang sering muncul pada perancangan apartemen adalah bising yang merambat melalui struktur bangunan. Hal ini seringkali disebabkan oleh suara yang berasal dari peralatan mekanis dan sistem utilitas bangunan.

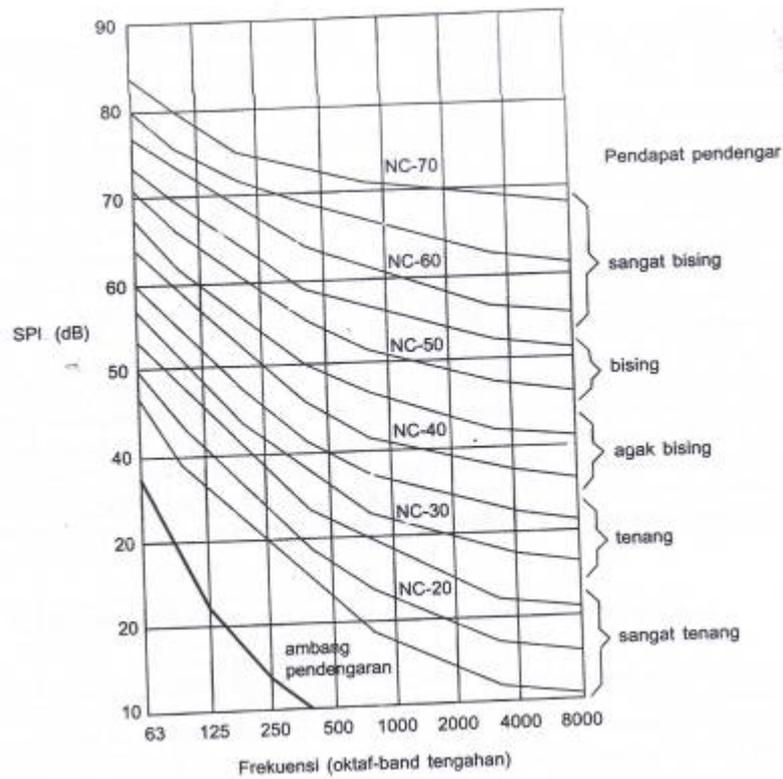
Bunyi struktur menambah luas permukaan yang meradiasi bunyi. Bunyi yang ditransmisi dari ruang sumber lewat partisi ke ruang penerima adalah reproduksi bunyi tersebut oleh permukaan batas/partisi. Bising struktur dan getaran harus diredam di sumbernya atau sedekat mungkin dengan sumbernya.

Tingkat bunyi latar belakang maksimum yang dibolehkan dalam suatu ruang seringkali dinyatakan oleh nilai kurva NC (tabel 1). Tingkat kebisingan latar belakang yang sangat rendah dapat menyebabkan penyelubungan/penyelimutan bunyi yang kurang cukup, hingga privacy tidak lagi terjamin. Dalam hal ini, maka nilai NC dapat dipakai untuk menentukan batas terendah level yang diinginkan, ini berarti bahwa kebisingan latar belakang harus dirancang agar tidak lebih rendah dari batas minimum, dan tidak lebih tinggi dari batas maksimum. Nilai kurva - NC dinyatakan oleh nilai-nilai SPL pada pita frekuensi 1200-2400 Hz. (Mediastika, 2005)

Tabel 1. Kriteria kebisingan latar belakang berbagai ruang (Doelle,)

Type of room	NC number
Concert hall	15-20
Radio or recording studio	15-20
Opera house	20
Legitimate theater	20-25
Music room	20-25
Television studio	20-25
Executive office	20-30
Classroom or lecture hall	25
Motion-picture studio	25
Conference room	25-30
Church or synagogue	25-30
Courtroom	25-30
Assembly hall or school auditorium	25-35
Home (sleeping areas)	25-35
Hotel or motel	25-35
Motion-picture theater	30
Hospital	30
Semiprivate office	30-35
Library	30-35
Business office	35-45
Restaurant	35-50
Drafting room	40-45
Gymnasium	45-50
Typing or accounting office	45-60
Coliseum	50

Location	NC number, dB	
	Bedroom	Living room
Rural	20	25
Suburban	25	30
Urban	30	35
Near heavy traffic	35	40
Near heavy industry	40	45



Gambar 1. Kurva NC (Mediatika, 2005)

Tabel 2. Batas SPL untuk NC yang dibakukan (Mediastika, 2005)

(untuk memudahkan pembacaan Gambar 1.1) NC-70-20

Kurva NC	Sound Pressure Level (SPL) dalam dB							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
NC-70	83	79	75	72	71	70	69	68
NC-65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC-60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC-55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC-50	71	64	58	54	51	49	48	47
NC-45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC-40	64	57	50	45	41	39	38	37
NC-35	60	52	45	40	36	34	33	32
NC-30	57	48	41	36	31	29	28	27
NC-25	54	44	37	31	27	24	22	21
NC-20	50	41	33	26	22	19	17	16
NC-15	47	36	29	22	17	14	12	11

Nilai NC ini telah dikembangkan oleh American Society for Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) untuk menetapkan

tingkat kebisingan latarbelakang maksimum yang dibolehkan yang disebabkan sistem mekanikal dalam bangunan.

Berbagai upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat kebisingan adalah sebagai berikut :

1. Pengendalian pada Sumber Kebisingan

Pengendalian pada sumber kebisingan seharusnya dilakukan pada tahap perancangan atau pemasangan mesin atau sumber bunyi. Pengendalian di sumber kebisingan tidaklah mudah dan membutuhkan keahlian khusus. Hal-hal yang dapat dilakukan adalah antara lain :

- memberi peredam pada mesin
- merancang muffler atau knalpot
- menempatkan sumber pada posisi yang tepat
- mengatur jadual operasi mesin
- dan lain-lain

2. Pengendalian pada Perambatan Kebisingan

Pengendalian dengan cara ini pada dasarnya berfungsi memperpanjang jarak antara sumber dengan penerima. Ini berarti bahwa sumber seakan-akan dijauhkan dari penerima. Dengan demikian langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah :

- Perambatan gelombang bunyi secara *structureborne* melalui *metode flanking transmission* dapat diatasi dengan sistem struktur diskontinu atau struktur terputus. Metode struktur diskontinu biasanya diterapkan pada sudut atau titik pertemuan bidang, dengan menempatkan material yang berbeda di tengah material yang telah digunakan. Penggunaan material yang mampu menjadi selimut akustik (lunak, menyerap, dan menahan getaran) sangatlah disarankan.
- memberi penutup (enclosure) penuh atau sebagian pada sumber, dalam hal ini digunakan penutup dari bahan-bahan yang mempunyai daya isolasi yang besar
- memasang penghalang (barrier) antara sumber dan pendengar
- memberi bahan penyerap di sekitar sumber
- Desain Struktural yang bisa mengurangi intensitas bising antara lain:
 - lantai berpegas / elastik (resilient)
 - bantalan fleksibel atau anti getaran
 - lantai mengambang (*floating floors*)
 - mereduksi kebisingan tepat di sumbernya (langkah kaki dapat direduksi di sumbernya dengan memasang lapisan lantai empuk (karpet, lantai karet, lantai vinyl)
 - Langit-langit gantung berpegas
 - Penambahan lantai empuk tidak menambah insulasi terhadap airborne sound, namun hanya mereduksi bunyi impact / benturan. Floating floor & langit-langit gantung menambah

- daya isolasi terhadap airborne sound.
- o Insulasi lantai dan dinding terutama tergantung pada ketebalan struktur. Lantai beton bertulang 5-10 cm yang memenuhi persyaratan struktural, tidak cukup sebagai partisi horisontal antara dua ruang hunian (occupancies)
 - o Konstruksi lantai ringan cukup aman dari segi beban normal, namun dapat memperbesar kemungkinan resonansi yang disebabkan peralatan penghasil getaran yang dipasang di lantai tersebut. Resonansi ini menyebabkan transmisi kebisingan dan vibrasi bertambah, kecuali bila di bawah peralatan diberi sistem anti vibrasi.
 - o Bila peralatan yang bergetar tidak diletakkan di dekat kolom penopang atau tembok tetapi diletakkan di tengah bentangan, maka peluang resonansi akan semakin besar
 - o Tembok pemisah barisan rumah-rumah sebaiknya terdiri dari dua lapisan, dimulai dari dasar fondasi sampai ke atap, untuk menghindarkan kebisingan langkah kaki dari satu unit rumah ke unit tetangganya.

3. Pengendalian pada Penerima Kebisingan

Pengendalian pada penerima nampaknya merupakan langkah yang termudah termurah. Namun ternyata dalam pelaksanaannya, hal ini justru merupakan upaya yang paling sulit dilaksanakan. Ini disebabkan karena penerima kebisingan adalah manusia. dan susahnya manusia ini justru yang paling sulit diatur. Upaya pengendalian pada penerima biasanya perlu diakukan di lokasi dengan mesin-mesin yang sangat bising. Para karyawan yang perlu melakukan pengawasan dan pengendalian mesin di daerah semacam ini pada dasarnya harus menutup telinganya. Hal ini dapat dilakukan dengan memakai *ear muff*, *ear plug* atau bahkan kapas. (Prasetyo, 2000)

Cara yang paling tepat untuk menanggulangi penyebaran kebisingan adalah dengan cara insulasi. Prinsip ini merupakan penggabungan dari refleksi, absorpsi, dan peredaman getaran yang mengikuti kebisingan. Pada prinsip insulasi terjadi penyerapan gelombang bunyi yang jauh lebih besar daripada proses absorpsi. Prinsip insulasi sangat baik diterapkan untuk mengatasi kebisingan yang merambat secara *airborne* maupun *structureborne*. Objek yang akan bertugas sebagai *insulator* harus mempunyai persyaratan sebagai berikut:

Berat -Objek yang terbuat dari material berat akan menjadi *insulator* yang lebih baik dibandingkan dengan objek yang terbuat dari material ringan, sebab material berat mampu meredam getaran yang menyimpannya berkat beratnya sendiri.

Keutuhan material -Objek yang terbuat dari material utuh tanpa cacat akan memberikan tingkat insulasi yang lebih baik. Keutuhan material bergantung pada kerapatan bahan (dalam artian tidak ada celah atau retak) dan keseragaman material atau homogenitas. Objek yang terbuat dari material yang homogen akan

memiliki tingkat insulasi yang tetap dan stabil. Bila material tersebut kemudian dikombinasikan dengan material lain yang lebih ringan dan tipis, nilai insulasi material yang tebal dan berat akan menurun.

Elastisitas -Material yang memiliki elastisitas tinggi akan menjadi insulator yang lebih baik dibandingkan dengan material yang kaku. Elastisitas akan mengurangi timbulnya resonansi. Namun material ini memiliki kelemahan, yaitu kurang cocok dipakai sebagai konstruksi bangunan yang kuat.

Prinsip isolasi -Prinsip isolasi sangat bermanfaat untuk memperoleh tingkat insulasi yang tinggi. Prinsip ini diperoleh dengan cara menggunakan diskontinuitas struktur dan elemen ganda, seperti pemakaian dinding dan lantai ganda serta plafon gantung. Prinsip diskontinuitas juga dapat diterapkan dengan jalan memasang *sealant* (gel untuk menutup celah, yang akan mengering setelah dioeskan) pada celah-celah pertemuan dua material yang berbeda, misalnya pada pertemuan icusen jendela dan pintu dengan dinding. (Mediastika, 2005)

Reduksi bising (noise reduction) (NR) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan insulasi bunyi antara ruang-ruang karena ia ikut memperhitungkan efek berbagai jejak transmisi antara ruang sumber dan ruang penerima dan juga sifat akustik ruang-ruang ini. NR yang dinyatakan dalam decibel, diberikan oleh

$$NR = TL + 10 \log \frac{A_2}{S}$$

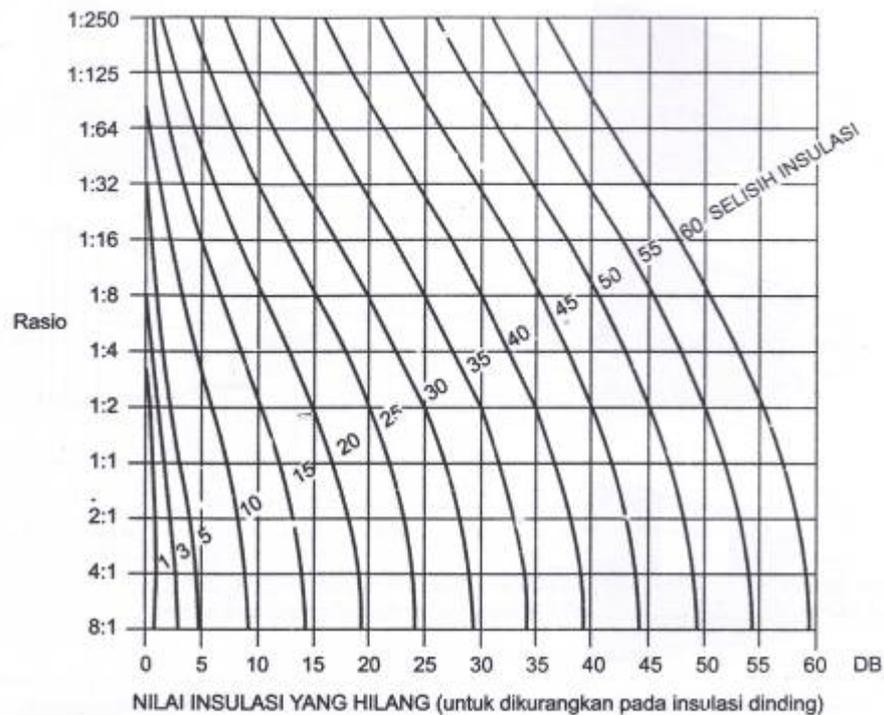
dengan:

TL : Rugi transmisi, dB

A₂: Penyerapan total ruang penerima, sabin meter persegi

S : Luas partisi, meter persegi

(Doelle,)



Gambar 4.17. Kurva untuk menghitung nilai insulasi kombinasi (Moore, 1967)

Tabel 4.2. Nilai insulasi dinding

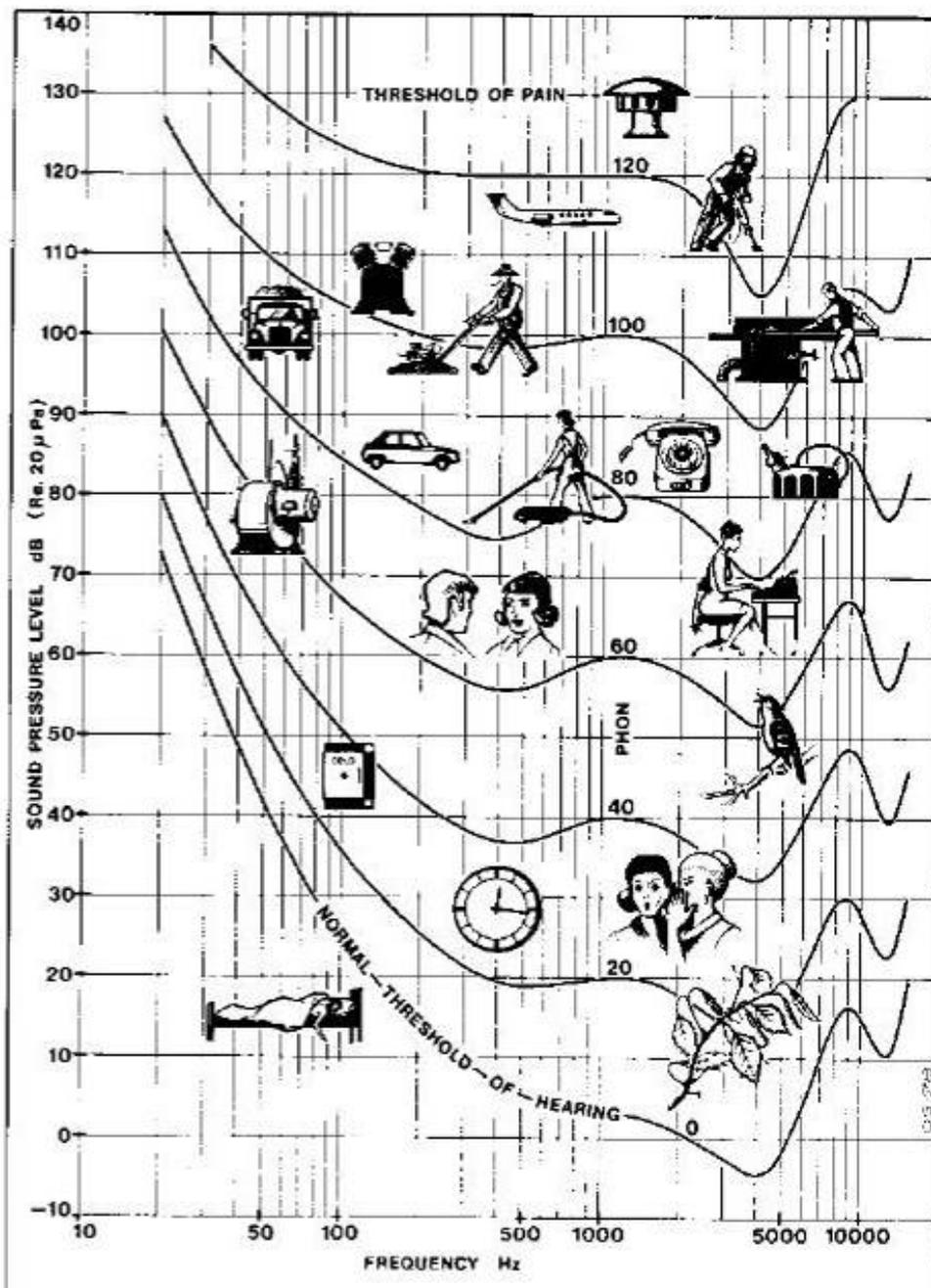
No.	Material Dinding (pada ketebalan setengah bata)	Nilai Insulasi pada frekuensi dinormalkan
1.	Kayu utuh (bukan papan)	35 dB
2.	Batu kali	37 dB
3.	Bata ekspose	42 dB
4.	Bata plester dua sisi	45 dB
5.	Beton tebal 20 cm	55 dB

Tabel 4.3. Nilai insulasi jendela

No.	Model dan Material Jendela	Nilai Insulasi pada frekuensi dinormalkan
1.	Semua jendela terbuka	5-15 dB*
2.	Jendela kaca mati, tebal kaca 3 mm	24 dB
3.	Jendela kaca mati, tebal kaca 4 mm	25 dB
4.	Jendela kaca mati, tebal kaca 6 mm	28 dB
5.	Jendela kaca mati, tebal kaca 12 mm	33 dB
6.	Jendela kaca mati, kaca ganda tebal 4 mm, jarak antar kaca 20 cm	40 dB
7.	Jendela kaca mati, kaca ganda tebal 6 mm, jarak antar kaca 20 cm	42 dB
8.	Jendela kaca ganda namun ada bagian terbuka (seperti jendela <i>bovenlicht</i>)	15 dB

*Nilai insulasi jendela terbuka dapat berubah-ubah sesuai dengan posisi orang terhadap jendela tersebut, semakin dekat, semakin kecil nilai insulasinya. Secara umum, untuk jendela terbuka dapat kita pakai nilai insulasi 12 dB

Gambar 2. Perhitungan TL kombinasi material (Mediatika, 2005)



Gambar 3. Nilai SPL dari berbagai macam alat dan kegiatan

STUDI KASUS



Gambar 4. Masterplan Apartemen Metropolis

Pada gambar 1 di atas dapat dilihat penyusunan unit-unit apartemen pada Apartemen Metropolis. Bagian yang berwarna merah merupakan unit-unit apartemen yang memiliki kemungkinan mendapatkan bising yang paling besar yang berasal dari sistem utilitas yang terletak pada bagian yang berwarna biru. Jadi harus ada pengendalian bising yang lebih pada unit-unit apartemen tersebut. Selain itu juga harus ada pengendalian bising antar unit apartemen supaya setiap unit apartemen tidak saling mengganggu dan menjaga privasi antar penghuninya.



Terdapat dua tipe unit apartemen pada Apartemen Metropolis, yang pertama adalah tipe studio, yang lain adalah tipe 1 bedroom. Susunan unit-unitnya adalah tipe double loaded corridor, di mana satu koridor diapit oleh dua baris unit apartemen. Susunan ini memungkinkan setiap apartemen akan mendapatkan bising yang berasal dari koridor dan dari sisi kanan-kiri unit tetangga.

Material yang digunakan untuk menyekat antar unit apartemen dan koridornya adalah material dinding yang diplaster, yang memiliki nilai TL: 45 dB, dan nilai $\alpha = 0.06$ (Szokolay, 2004). Sedangkan sisi yang menghadap koridor adalah dinding dan pintu. Dengan menggunakan gambar 5, dapat dihitung nilai TL kombinasinya, yaitu perbandingan luas dinding dan pintu adalah 1:6 dengan selisih nilai insulasi 10 dB, jadi nilai TL kombinasinya adalah $45 - 3 = 42$ dB, nilai α pintu kayu = 0.15, dan nilai α jendela kaca = 0,1.

Akan dilakukan perhitungan *noise reduction* pada kedua unit apartemen ini. Unit studio dihitung ruang tidurnya, sedangkan unit 1 bedroom dihitung ruang duduknya.

Perhitungan NR untuk unit studio:

	TL	S	α	A	S/A	log S/A	10 log S/A	NR
Partisi antar unit 1	45	4.4	0.06	0.264	16.667	1.22185	12.218487	32.782
Partisi ke koridor	42	2	0.15	0.3	6.6667	0.82391	8.2390874	33.761
Partisi antar unit 2	45	3.2	0.06	0.192	16.667	1.22185	12.218487	32.782

Perhitungan NR untuk unit 1 bedroom:

	TL	S	α	A	S/A	log S/A	10 log S/A	NR
Partisi antar unit 1	45	4.25	0.06	0.255	16.667	1.22185	12.218487	32.782
Partisi ke koridor	42	2	0.15	0.3	6.6667	0.82391	8.2390874	33.761
Partisi antar unit 2	45	2.45	0.06	0.147	16.667	1.22185	12.218487	32.782

Hasil perhitungan di atas menyebutkan bahwa partisi yang menghalangi antar unit bisa mengurangi bising sebesar 33 dB, dan partisi yang menghalangi unit dan koridor mampu mengurangi bising sebesar 34 dB. Jadi pada satu unit sedang dilakukan kegiatan memasak, atau menyedot debu, atau telepon berdering, maka akan timbul suara sebesar 80 dB dari unit tersebut (gambar 9). Dilihat dari perhitungan NR, maka suara yang akan sampai ke unit tetangganya adalah sebesar $80 - 33 = 47$ dB. Nilai ini masih terlalu tinggi di atas zona kenyamanan bising untuk ruang tidur dan ruang duduk, yaitu 30-35. Tapi bila satu unit hanya melakukan aktivitas berbicara sebesar 60 dB, maka suara yang sampai ke unit tetangganya adalah $60-33= 27$ dB, nilai ini masih memasuki zona kenyamanan.

Dari perhitungan dua macam unit apartemen di atas, bisa dilihat bahwa luasan partisi yang tidak terlalu besar selisihnya tidak akan merubah nilai NR, tapi perbedaan material akan merubah nilai NR. Dari hasil tersebut juga bisa dilihat bahwa kayu (pintu yang menghalangi unit dan koridor) berperan lebih besar dalam mengurangi bising, meskipun selisihnya hanya 1 dB, tidak terlalu terasa perbedaannya.

Berikutnya dilakukan sedikit modifikasi pada material dinding dengan menggantinya dengan bahan 110 mm brick, 2 x (12 render, 50 x 12 battens, 12 softboard with bonded 6 mm hardboard) yang memiliki TL sebesar 54 dB.

Hasil perhitungan NR unit studio setelah diganti materialnya

	TL	S	α	A	S/A	log S/A	10 log S/A	NR
Partisi antar unit 1	54	4.4	0.06	0.264	16.667	1.22185	12.218487	41.782
Partisi dan koridor	47	2	0.15	0.3	6.6667	0.82391	8.2390874	38.761
Partisi antar unit 2	54	3.2	0.06	0.192	16.667	1.22185	12.218487	41.782

Hasil perhitungan NR unit 1 bedroom setelah diganti materialnya

	TL	S	α	A	S/A	log S/A	10 log S/A	NR
Partisi antar unit 1	54	4.25	0.06	0.255	16.667	1.22185	12.218487	41.782
Partisi dan koridor	47	2	0.15	0.3	6.6667	0.82391	8.2390874	38.761
Partisi antar unit 2	54	2.45	0.06	0.147	16.667	1.22185	12.218487	41.782

Dari hasil perhitungan modifikasi dapat disimpulkan bahwa dengan mengganti materialnya dengan material yang memiliki TL yang lebih besar akan menghasilkan nilai NR yang lebih besar.

Penutup

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa penggunaan material yang digunakan pada dinding antar unit apartemen masih kurang memadai dalam mereduksi bising dari unit tetangganya. Hal ini akan mengganggu ketenangan antar unit bila akan melakukan kegiatan yang butuh ketenangan seperti tidur dan belajar. Untuk mengatasi hal itu perlu dilakukan pergantian atau penambahan material yang memiliki nilai penyerapan yang besar. Khusus untuk unit yang bersebelahan langsung dengan ruang utilitas, seharusnya memiliki penanganan khusus pada dinding yang membatasi unitnya dan sistem utilitas. Penanganan yang dilakukan harus mampu mereduksi bising yang ditimbulkan oleh sistem utilitas tersebut. Salah satu hal yang bisa dilakukan adalah dengan memisahkan struktur, memberi dinding ganda, atau memberikan cavity pada dindingnya. Beberapa hal tersebut akan membantu meredam bising yang ditimbulkan oleh sistem utilitas tersebut.

Pustaka

Doelle, L.L. (1986) *Akustik Lingkungan*, Erlangga, Jakarta

Mediastika, C.E. (2005), *Akustika Bangunan: Prinsip-Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*, Erlangga, Jakarta

Prasetio, L. (2001), *Besaran Dasar Akustik*, Bahan kuliah: Lingkungan Akustik, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Szokolay, S.V., (2004), *Introduction to Architectural Science the Basis of Sustainable Design*, Architectural Press, Oxford