

STUDI REDUKSI BUNYI PADA MATERIAL INSULASI ATAP ZINCALUME

Luciana Kristanto¹⁾, Handoko Sugiharto²⁾, Adrian Dwi Atmojo³⁾, dan Leonardus Budi Darmawan Loekito⁴⁾

^{1,2,3,4)} Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya

Email: lucky@petra.ac.id, hands@petra.ac.id

ABSTRAK

Jenis atap berbahan metal banyak digunakan pada bangunan dalam berbagai skala, terutama pada bangunan bentang lebar. Atap metal yang banyak dipergunakan ialah dari bahan *zinc-alume* yang kinerjanya baik dibandingkan material metal lainnya, terutama dari sisi kekuatan/kelenturan struktur, kemudahan konstruksi dan umur material yang panjang. Namun dari sisi peredaman bunyi, atap *zinc-alume* masih perlu ditinjau baik kinerja atap beserta upaya insulasinya terhadap *structureborne-noise* (dalam hal ini *impact-noise*) dan *airborne-noise*. Jenis insulasi yang diteliti meliputi, cat atap (Orca Zinc Coat), *glasswool-rockwool* dan *styrofoam*. Pengukuran menggunakan sumber bunyi *pink noise* dalam frekuensi 125 Hz–4000 Hz.

Kata kunci: Atap metal, *air-borne noise*, *impact noise*, insulasi.

ABSTRACT

Sound Reduction Study of Insulator of Zinc-alume Metal-roofing. Metal roofing is a common upper-structure of wide-span building. The metal material usually used as roof covering is zinc-alume; which has better performance in strength, easy-construction and its durability than other metal material. Although it has good structural performance, its performance as a sound reduction to reduce noise to the room beneath still need to be studied further. Therefore this research aimed to study how zinc-alume and its insulator perform through air-borne noise, besides structure-borne/impact noise. Insulator has been studied here are the Orca-zinc coating, glasswool, rockwool and styrofoam. The measurement done in a reverberation chamber, with pink noise source in 125 Hz- 4000 Hz frequency.

Keywords: *Metal-roofing, insulator, air-borne noise, structure-borne/impact noise.*

PENDAHULUAN

Pemilihan material memegang peranan penting dalam mendukung kenyamanan aural penggunanya. Namun seringkali dalam pemilihan material; secara khusus material atap, hal yang dipertimbangkan oleh arsitek maupun konstruktor, umumnya ialah pada segi ekonomis dan efisiensi yang antara lain meliputi berat material terhadap struktur pendukung, kemudahan instalasi dan perbaikan serta umur material. Sedangkan faktor kualitas pemahaman percakapan dalam ruang menjadi hal yang kurang diperhatikan. Dalam keseharian, bangunan-bangunan berbentuk lebar tanpa sekat dengan atap metal, mengalami rawan bocor bunyi akibat adanya celah/lubang sehingga rambatan bunyi secara *air-borne* perlu ditinjau; sedangkan di kala hujan turun, maka *structure-borne/impact-noise* menjadi lebih berpengaruh.

Oleh karena itu, maka dipandang perlu diteliti upaya peningkatan kualitas peredaman bunyi material atap metal (di sini *zinc-alume*) terhadap kebisingan yang merambat baik secara *air-borne* maupun *structure-borne*.

LANDASAN TEORI

Tentang Kebisingan

Di dalam perencanaan sebuah bangunan pada saat ini, faktor kebisingan bunyi di dalam ruangan juga perlu diperhatikan. Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan, bunyi yang menyakitkan. Dampak kebisingan paling jelas adalah untuk pendengaran kita. WHO (*World Health Organization*) menilai angka kebisingan yaitu 70 dBA sebagai tingkat kebisingan maksimum yang aman di tempat kerja. Di atas tingkat ini, pelindung pendengaran harus dipakai. Mereka menyarankan bahwa ambang nyeri dicapai pada 120 dBA dan 140 dBA sebagai bahaya paling ekstrem. "Occupational and Community Noise" (Feb, 2001).

Studi telah menunjukkan bahwa kebisingan stabil di atas 50 dBA menjadi gangguan moderat dan di atas 55 dBA merupakan gangguan serius di rumah. Untuk alasan kesehatan dan keselamatan di lingkungan non kerja 55 dBA ditetapkan sebagai tingkat yang aman.

Tabel 1. Data level tekanan bunyi beberapa Sumber Bunyi dalam dB

Sumber Bunyi	Typical Sound Pressure Level, dB							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Window air-conditioning	64	64	65	56	53	48	44	37
Normal conversational speech	-	60	75	78	75	65	55	38
Truck at 20ft	89	86	81	77	73	70	67	64
Jet-planes at 2-3 miles in front of take off point	90	95	100	98	95	88	80	75
Trains, pulling hard at 100 ft	95	102	94	90	86	87	83	79
Reception and lobby areas	60	66	72	77	74	68	60	50

Sumber: Egan (1972, p, 21-22) telah diolah

Kebisingan di atas tingkat yang aman dapat menyebabkan sejumlah dampak bagi kesehatan, yaitu: gangguan psikologis, meningkatkan emosi, tidur terganggu, ketidak mampuan untuk berkonsentrasi, hilangnya produktivitas, dsb.

Selain mempengaruhi kesehatan, faktor kebisingan tersebut dapat mempengaruhi proses kerja maupun hasil kerja pada suatu perusahaan. Terlebih lagi apabila sedang turun hujan, tentu kebisingan secara dampak ini akan sangat mempengaruhi kualitas pemahaman percakapan dalam ruang. Selain hujan, kebisingan dampak dapat juga ditimbulkan akibat dari getaran/bunyi mesin.

Gambaran kekuatan desibel (dB) dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut: bisikan (25 dB), berbincang-bincang (65 dB), gemericik hujan (50 dB), mesin pencuci pakaian (75 dB), kebisingan lalu-lintas dan bulldoser (80 dB), kereta api (90 dB), sirine ambulans (100 dB), guntur (110 dB), pesawat jet dalam jarak 30 meter (140 dB).

Jenis Perambatan (Mediastika, 2005)

Jenis perambatan kebisingan dapat dibedakan menurut medium yang dilalui gelombang bunyi, yaitu:

1. *Airborne Sound*, adalah perambatan gelombang bunyi melalui medium udara.
2. *Structureborne Sound*, adalah istilah yang secara umum dipakai untuk proses perambatan bunyi melalui benda padat.

Bunyi yang merambat secara *airborne* dapat berubah menjadi *structureborne* ketika terjadi resonansi pada elemen bangunan yang disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu kalau elemen bangunan memiliki frekuensi yang sama atau hampir sama dengan frekuensi bunyi yang merambat atau kalau sumber bunyi memiliki frekuensi amat rendah yang memiliki getaran sangat hebat. Resonansi yang hebat memungkinkan perambatan berubah lagi secara *airborne*.

Solusi agar dapat mengurangi kebisingan bunyi di dalam yang merambat secara *Airborne* ialah memakai objek penghalang yang tebal, berat, dan memiliki permukaan sempurna tanpa cacat. Sedangkan untuk mengatasi kebisingan yang merambat secara *structureborne* ialah menggunakan material yang mampu menjadi selimut akustik (lunak, menyerap, dan menahan getaran) seperti glass-wool atau bahan softboard, sangatlah disarankan. Selain dengan sistem diskontinu, perambatan secara *structureborne* juga dapat diminimalkan dengan penggunaan elemen pembatas ruangan yang disusun berganda, seperti misalnya dinding ganda, lantai ganda, atau plafon gantung.

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

1. Berat material–berat mampu meredam getaran yang menyimpannya berkat beratnya sendiri.
2. Keutuhan material–keutuhan material bergantung pada kerapatan bahan dan keseragaman material sehingga akan memiliki tingkat insulasi yang tetap dan stabil.
3. Elastisitas–elastisitas akan mengurangi timbulnya resonansi. Namun kurang cocok dipakai sebagai konstruksi bangunan yang kuat.
4. Prinsip isolasi–sangat bermanfaat untuk memperoleh tingkat insulasi yang tinggi.

Kehilangan Transmisi/Transmission Loss (TL)

Transmission loss (TL) adalah daya media untuk menghambat bunyi, diukur dengan (dB). Berbeda untuk setiap frekuensi. Contoh *Transmission Loss* beberapa material konstruksi dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kehilangan Transmisi Beberapa Material

MATERIAL	KEHILANGAN TRANSMISI (dB)						STC
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
Anyaman atap serat kaca	6	9	11	16	20	25	16
Blok beton padat setebal 6", 3sel, dicat	37	36	42	49	55	48	45
Slep beton bertulang 6"	38	43	52	59	67	72	66
Pintu krepak, terbuka 25-30%	10	12	12	12	12	11	12
Kaca float monolitik 1/4"	25	28	31	34	30	37	31

Sumber: Satwiko (2004, p. 162-165) telah diolah

Jenis material insulasi

Dalam masyarakat penggunaan insulasi pada atap bukanlah hal yang baru bahkan sudah tersosialisasi dengan baik. Tiap-tiap bahan insulasi mempunyai kelemahan dan kelebihan masing-masing bila ditinjau dari sisi kinerja, ekonomis, sifat bahan dan banyak hal lainnya yang mampu dijadikan bahan pertimbangan.

Zincalume®

Zincalume® adalah baja lapis yang mengandung logam campuran 55% aluminium dan 43,5% zinc/seng serta 1,5% silicon dengan kelas coating AZ 150 dan mutu baja tinggi G550 yang diproses dengan teknologi tinggi. Komposisi yang akurat serta penggunaan teknologi tinggi dalam proses produksinya, maka Zincalume® dapat memberikan perlindungan dari korosi dengan baik. Diproduksi melalui proses baja celup panas (*hot-dipping*) secara kontinu pada temperatur tertentu, Zincalume® mengkombinasi sifat - sifat utama logam baja yaitu zinc dan aluminium. Kekuatan dari baja, dengan proteksi korosi prima dan ketahanan temperatur tinggi dari aluminium, serta perlindungan zinc pada bagian lipatan baja dan daerah goresan dengan aksi katodiknya (Bluescopesteel, 2010).

Keunggulan produk:

- Kuat (karena mengandung baja)
- Anti-finger marking (Resin), yaitu tidak bersifat membekas jika disentuh
- Memberikan perlindungan dari korosi (dari sifat aluminium)
- Ketahanan terhadap temperatur tinggi (dari sifat aluminium)
- Dapat dibuat menjadi berbagai kebutuhan (fleksibel)

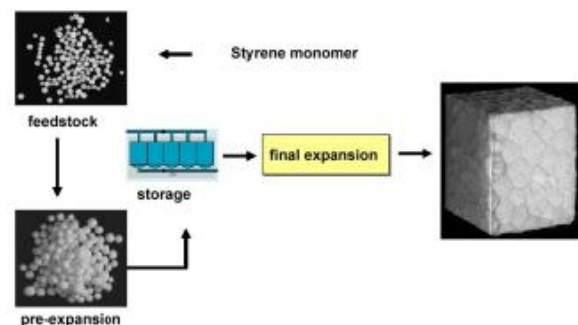
Styrofoam

Styrofoam adalah bahan yang tidak asing dalam kehidupan sehari-hari. Kebanyakan dipergunakan sebagai bahan untuk pembungkus/pengemasan (*packaging*).

Styrofoam adalah limbah (*waste*) yang semakin hari semakin menjadi masalah lingkungan yang berat, *styrofoam* ini adalah bahan yang tidak dapat membusuk (*non-biodegradable*), sehingga timbunan sampah *styrofoam* akan terus bertambah apabila tidak di daur ulang secara profesional.

Istilah *styrofoam* ini adalah merek dagang milik *Dow Chemical Corp* dari Amerika Serikat, namun nama umum dari bahan ini adalah EPS (*Expanded Polystyrene*). Dengan berkembangnya penelitian akan kegunaan EPS, salah satu contoh penggunaan baru EPS adalah untuk bahan panel bangunan. Penggunaan EPS untuk bahan bangunan jauh lebih ramah lingkungan dibanding penggunaan EPS untuk *packaging*, karena jangka pemakaiannya yang sangat panjang (bertahun-tahun selama bangunan digunakan), dan bukannya "sekali pakai buang" seperti EPS untuk *packaging*.

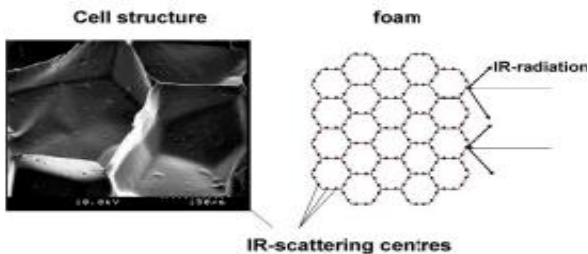
EPS (*Expanded Polystyrene*) adalah material insulasi yang dibuat dengan cara menyemprotkan styrene resin polymerization (sejenis resin) dibawah tekanan pada suatu cetakan atau dengan menekan biji-biji polystyrene pada cetakan dan diperluas di bawah uap atau air hangat dengan bantuan air dan uap kembali.



Gambar 1. Proses *Expanded Polystyrene* (EPS)

Mengacu pada kenyataan bahwa material *foam polystyrene* memiliki bentuk sel tertutup yang sangat kecil (1 m^3 EPS material *foam polystyrene* mengandung 3-6 juta sel) yaitu 0.01-0.1 mm diameter, oleh karena itu dari segi teknik peredaman, material *foam polystyrene* adalah material peredam yang baik. Yang paling utama yang harus diperhatikan adalah berat

unit dari material foam polystyrene harus berkurang. Berat dari material foam yang didapat melalui banyak metode sebelum *swelling* atau pembengkakan memiliki bermacam macam berat dari 10-100 kg/m³. Pada umumnya, standar dari foam material yang digunakan pada konstruksi memiliki kepadatan 10-30 kg/m³. (Wikipedia, 2011)



Gambar 2. Struktur mikro

Kelebihan styrofoam:

- Termasuk bahan yang sudah tersosialisasi dengan baik dalam masyarakat dalam hal insulasi
- Harga terjangkau
- Material mudah didapat
- Berat ringan 14 kg/m³

Kelemahan styrofoam:

- Tidak tahan terhadap zat kimia
- Disukai hama (tikus)
- Nampak bagian sambungan karena tidak dapat menjadi satu dengan sesamanya
- Mudah keropos
- Mudah terbakar

Glasswool

Glasswool adalah material peredam yang terbuat dari fiber glass yang disusun menyerupai bentuk wool. Glasswool diproduksi dalam bentuk gulungan atau dalam bentuk lembaran, dengan densitas dan spesifikasi tertentu.

Pembuatan glasswool dimulai dari pencampuran campuran dari pasir alam dan kaca daur ulang pada suhu 1450°C, kaca yang dihasilkan tersebut dirubah (dikonversikan) menjadi fiber. Kohesi dan kekuatan mekanis dari produk diperoleh dari adanya ikatan “semen” dan fiber secara bersamaan. Idealnya, ikatan kimia harus terjadi diantara perpotongan fiber. Lembaran fiber ini kemudian dipanaskan disekitar 200°C untuk menyatukan dengan resin tambahan dan setelah itu disimpan sampai dengan batas waktu tertentu agar didapat kekuatan dan stabilitasnya. Bagian akhir adalah pemotongan dari lembaran-lembaran wool ini dan pengepakan dalam bentuk gulungan atau dalam bentuk lembaran dibawah tekanan yang sangat tinggi sebelum dikemas dalam

kemasan yang nantinya akan disimpan ataupun didistribusikan.

Glasswool adalah bahan insulasi bunyi yang baik yang terdiri dari gabungan bahan-bahan kimia dan fiber glass yang fleksibel, yang membuatnya “menyimpan” udara dan menghasilkan densitas (massa jenis) yang rendah yang dapat diatur sesuai dengan tekanan dan ikatan yang diberikan. Glasswool ini dapat berupa material pengisi yang disemprotkan ke dalam sebuah ruang kosong atau bersamaan dengan reaksi aktif kimia disemprotkan di bawah struktur bangunan, lembaran ataupun panel yang dapat digunakan sebagai media datar insulasi seperti tembok yang berpori, langit-langit atap, pipa-pipa sanitasi (Wikipedia, 2011; Tlimpex, 2011)



Gambar 3. Gulungan *glasswool*

Kelebihan *glasswool*:

- Insulasi panas dan bunyi yang baik
- Tidak berjamur, tidak mudah berkarat
- Tidak mudah terbakar
- Daya fleksibilitas yang baik
- Umum digunakan (sudah tersosialisasi dengan baik)
- Dari sisi ekonomis relatif terjangkau sebagai bahan insulasi
- Tidak nampak sambungan *glasswool*, karena bahan dapat menyatu satu sama lain
- Mudah didapat
- Berat *glasswool* tergolong ringan 20 kg/m³

Kelemahan *glasswool*:

- Bila terjadi kebocoran atap akan sulit dideteksi
- Pemasangan yang mengganggu kesehatan manusia (bila kulit tidak tahan akan mengakibatkan gatal dan alergi)
- Pemasangan yang sulit pada *existing building*

Orca® Zinc Coat

Orca® Zinc Coat adalah cat berbasis air yang berfungsi untuk mereduksi panas, bunyi, dan karat

pada bangunan yang atapnya menggunakan zinc, galvalume, asbes, dan Zincalume®. Orca® Zinc Coat dapat diaplikasikan pada zinc yang sudah berkarat, berlubang yang dapat ditambal dengan menggunakan kertas koran atau kain yang kemudian dilapisi dengan Orca® Zinc Coat. Produk ini juga dapat diaplikasikan sebagai cat dinding luar yang fungsinya sebagai *waterproof* dan peredam panas. Dapat pula dipakai untuk cat mobil box atau kontainer sebagai peredam panas sehingga barang-barang di dalam mobil tidak rusak karena panas. (Anugrah Jaya, 2010). Beberapa fungsi dari Orca® Zinc Coat adalah sebagai berikut:

- Pada saat musim hujan
 - Dapat mereduksi nyaring bunyi sehingga komunikasi antar penghuni bangunan didalamnya tidak terganggu.
 - Anti bocor
- Pada saat musim kemarau
 - Penghematan dalam pemakaian listrik untuk pendingin ruangan.

Kelebihan Orca® Zinc Coat:

- Buatan Indonesia sehingga mudah dalam pengadaan barang
- Insulasi panas yang baik
- Harga bersaing dengan insulator lainnya
- Dapat berfungsi sebagai anti korosi
- Dapat diaplikasikan pada permukaan yang berkarosi
- Membuat permukaan luar atap menjadi mungkin untuk dipijak tanpa alas kaki
- Tersedia dalam berbagai pilihan warna

Kelemahan Orca® Zinc Coat:

- Belum tersosialisasi dalam masyarakat
- Diperlukan dua macam lapisan yang berbeda yaitu lapisan dasar dan lapisan atas.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan menggunakan model/benda uji berukuran panjang 2.2 m; lebar 1.6m; tinggi 0.29-0.8 m (tinggi di tengah adalah 0.6 m), dengan sudut kemiringan atap 15°. Material yang digunakan dalam pembuatan benda uji:

- Dinding : Plywood tebal 4 cm
- Atap : Zincalume® dengan merk *Lysaght* tipe *Lysaght Trimdek*® dengan tebal 0,4 mm

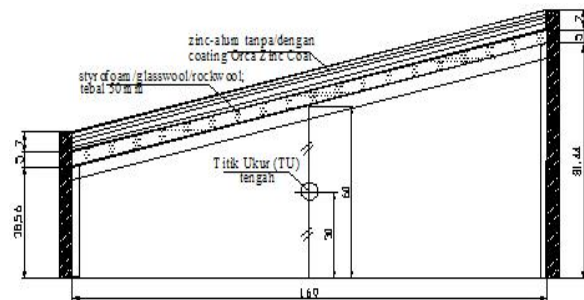
Additional insulators: Orca® Zinc Coat (2x coating), Styrofoam, Glasswool density 20 kg/m³; dan Rockwool density 80 dan 100 kg/m³.



Gambar 4. Benda Uji di Lab



Gambar 5. Kerangka Benda Uji



Gambar 6. Potongan Benda Uji

Penelitian dilakukan dengan menguji benda uji di dalam Ruang Reverberasi Laboratorium Akustik gedung J UK Petra yang berukuran panjang 4.26 m; lebar 3.80 m dan tinggi 3.30 m. Volume ruang yang tidak memenuhi standar ASTM (yakni minimal 200 m³) menjadi kendala awal; namun di bagian berikutnya dalam standar tsb dinyatakan bahwa apabila ruang kurang dari persyaratan maka masih tetap dapat dipergunakan asalkan hasil pengukuran dapat memenuhi 95% bias/limit konfidensi yakni hasil pengukuran di ruang lab pada semua titik ukur berada dalam rentang standar deviasi maksimal 5%. Hasil pengukuran yang dimaksud dalam penelitian ini dalam batasan perbandingan kondisi awal atap zincalume sebelum dan setelah diberi insulator yang dinyatakan sebagai angka *reduksi bunyi* dalam satuan decibel (dB); bukan nilai *transmission loss (TL)*; dikarenakan faktor nilai serapan material diabaikan.

Peralatan ukur yang digunakan adalah milik Lab Akustik dan sudah terkalibrasi oleh KIM LIPI sehingga menunjang validitas penelitian; sbb:
1 unit generator bunyi yaitu random noise generator ex RION



Gambar 7. Random Noise Generator ex RION

2 unit Sound Level Meter dan 2 unit microphone ex RION (untuk pengukuran di dalam dan luar benda uji pada saat bersamaan).



Gambar 8. 2 Unit Sound Level Meters & Microphone

2 unit *speaker* diarahkan ke sudut ruang agar bunyi terpantulkan oleh pertemuan 3 bidang (lantai dan dinding) ke segala arah.

Serta dilakukan langkah-langkah penelitian dan pengukuran sbb:

1. Persiapan ruang reverberasi dan benda uji.
2. Pengukuran background noise ruang dengan sumber bunyi untuk memastikan bahwa bunyi di dalam ruang reverberasi cukup difus.
3. Persiapan alat ukur yakni Random Noise Generator eks RION, 2 unit *speaker*, serta melakukan kalibrasi 2 SLM dan 2 *microphone* eks RION.
4. Peletakan 1 unit *microphone* di dalam dan 1 unit di luar benda uji setelah dikalibrasi.
5. Melakukan pengukuran dengan sumber bunyi pink noise dalam rentang frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz.
6. Mencatat nilai level tekanan bunyi di kedua *microphone*; mulai dari kondisi atap awal, diberi *coating*, dilapis *styrofoam*, dilapis *rockwool* beserta kombinasinya.

7. Melakukan analisa terhadap hasil pengukuran.
8. Menarik kesimpulan

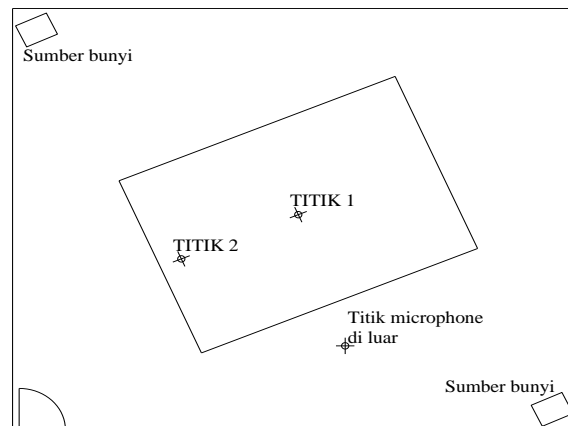
PELAKSANAAN PENGUKURAN

Pengukuran Terhadap Airborne Noise

Metode untuk pengukuran *impact noise* ini diadaptasi dari ASTM E 596-90. Dalam benda uji diletakkan 1 *microphone* untuk mengetahui level tekanan bunyi di dalam benda uji, dan di luar benda uji diletakkan 1 *microphone* untuk mengetahui level tekanan bunyi di luar benda uji.

Dalam penelitian ini untuk benda uji atap polos (tanpa lapisan *coating*) dan untuk penelitian dengan benda uji atap dengan lapisan *coating* juga dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:

- Diberi insulator styrofoam 1 layer dengan tebal 5 cm
- Diberi insulator styrofoam 2 layer dengan tebal tiap layer 2,5 cm
- Diberi insulator glasswool density 20 kg/m³ dengan tebal 5 cm
- Diberi insulator rockwool density 80 kg/m³ dengan tebal 5 cm
- Diberi insulator rockwool density 100 kg/m³ dengan tebal 5 cm



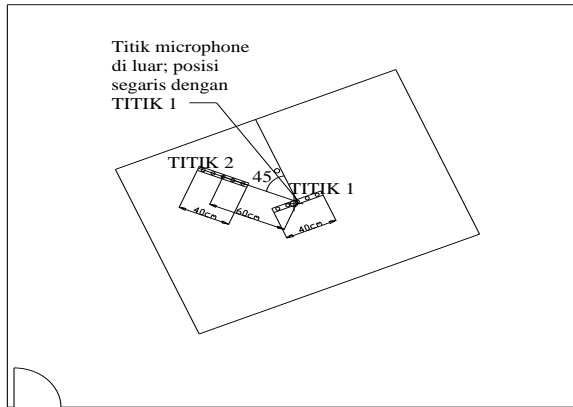
Gambar 9. Denah Benda Uji di dalam Laboratorium (*airborne sound*)

Pengukuran terhadap *impact noise*

Metode untuk pengukuran *impact noise* ini diadaptasi dari ASTM E 492-90. Dengan cara yang sama dengan pengukuran sebelumnya, diletakkan 1 *microphone* di dalam dan 1 *microphone* di luar benda uji dalam posisi segaris untuk mengetahui level tekanan bunyi. Untuk penelitian *impact noise* ini sumber bunyi adalah berupa timbal seberat 500 gr sebanyak 5 buah yang di jatuhkan ke atas atap metal.

Pengambilan data adalah pada setiap frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz.

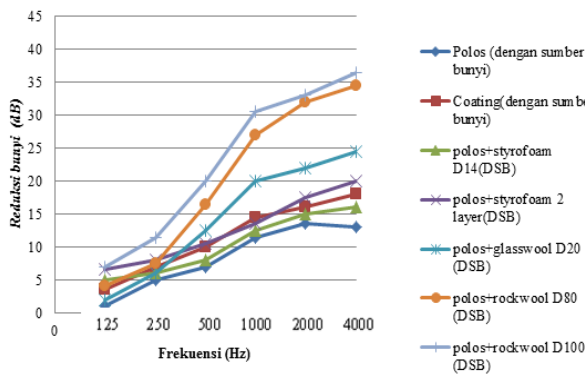
Karena adanya keterbatasan adaptasi metode penelitian terhadap waktu, maka untuk penelitian ini hanya dilakukan untuk benda uji atap polos dengan benda uji atap dengan coating Orca® Zinc Coat.



Gambar 10. Denah Benda Uji dalam Lab (impact noise)

ANALISIS HASIL PENGUKURAN AIRBORNE NOISE

Reduksi Bunyi oleh Satu Jenis (Single) Material Insulasi



Gambar 11. Reduksi Bunyi (dB) dari Setiap Jenis Insulator

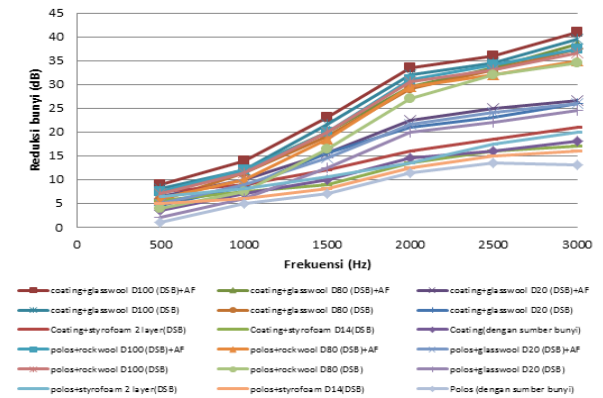
Secara berurutan, dapat disebutkan tingkat reduksi bunyi rata-rata setiap jenis insulator sbb:

Tabel 3. Tingkat Reduksi Bunyi Rata-rata

Jenis Insulator	Frekuensi					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz
Coating (Orca Zinc Coat)	2.5	2	3	3	2.5	5
Styrofoam D 14, 1 layer	4	1	1	1	1.5	3
Styrofoam D 14, 2 layer	5.5	3	3.5	2	4	7
Glasswool D 20	1	1	5.5	8.5	8.5	11.5
Rockwool D 80	3	2.5	9.5	15.5	18.5	21.5
Rockwool D 100	6.5	6.5	14	19.5	19.5	23.5

Dari gambar dan tabel di atas dapat dilihat bahwa tiap insulator memiliki perbedaan kemampuan dalam mereduksi bunyi di frekuensi tertentu. Misalnya, styrofoam efektif mereduksi bunyi di frekuensi rendah (125 Hz) dan frekuensi tinggi (2k Hz–4k Hz); namun kurang efektif mereduksi bunyi di frekuensi menengah (500 Hz–1k Hz). Sedangkan rockwool yang termasuk material berpori, efektif mereduksi bunyi frekuensi menengah (500 Hz–1000 Hz) dan tinggi (2000 Hz – 4000 Hz).

Reduksi Bunyi oleh Kombinasi Material Insulasi



Gambar 12. Reduksi Bunyi (dB) dari Kombinasi Insulator

Dari gambar di atas didapat insulator yang dapat menghasilkan *reduksi bunyi* paling besar adalah yang memiliki berat material/m² yang paling besar pula yakni Coating + Rockwool D100 + Aluminium Foil.

Secara berurutan, dapat disebutkan tingkat reduksi bunyi rata-rata kombinasi insulator sbb:

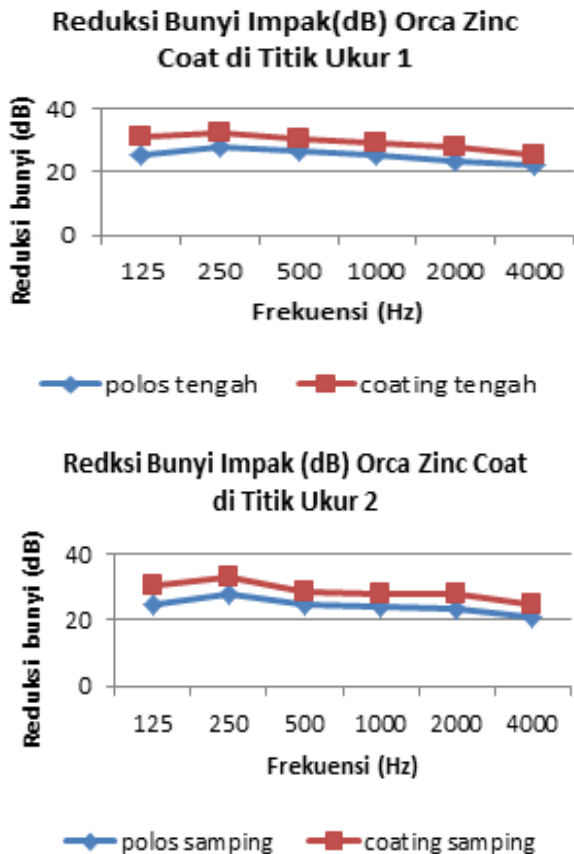
Tabel 4. Tingkat Reduksi Bunyi Rata-rata Kombinasi Insulator

Jenis Insulator	Frekuensi					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz
Coating (Orca Zinc Coat)+ Styrofoam 1 layer	4.5	2.5	2	2	2.5	4
Coating (Orca Zinc Coat)+ Styrofoam 2 layer	6.5	4	5	5.5	5	8
Coating (Orca Zinc Coat)+ Glasswool D 20	3.5	3.5	8.5	9.5	9.5	13
Coating (Orca Zinc Coat)+ Rockwool D 80	4.5	6.5	12	17.5	19.5	24.5
Coating (Orca Zinc Coat)+ Rockwool D 100	7	7	14.5	21.5	21	26.5
Coating (Orca Zinc Coat)+ Glasswool D 20+AF	5.5	5	8.5	11	11.5	13.5
Coating (Orca Zinc Coat)+ Rockwool D 80+AF	6	7	13	18	20	25.5
Coating (Orca Zinc Coat)+ Rockwool D 100+AF	8	9	16	22	22.5	28

(AF= Aluminium Foil)

Dari hasil tsb di atas dapat dilihat bahwa reduksi bunyi pada kombinasi material insulasi meningkat linier/setara dengan penjumlahan reduksi bunyi oleh *single* material.

**ANALISIS HASIL PENGUKURAN
STRUCTURE-BORNE/IMPACT NOISE**



Gambar 13. Reduksi Bunyi Impak (Titik Ukur 1 & 2)

Tabel 5. Tingkat Reduksi Bunyi Impak

Frekuensi (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
	Δ (dB)	Δ (dB)	Δ (dB)	Δ (dB)	Δ (dB)	Δ (dB)
polos tengah (Tik 1)	25,5	27,7	26,9	25,5	23,5	22,1
polos miring (Tik 2)	24,8	27,9	24,7	24,1	23,2	20,8
coating tengah (Tik 1)	31,1	32,4	30,3	29,2	27,8	25,4
coating miring (Tik 2)	30,7	32,8	28,8	28,1	27,8	24,8

Dari gambar 13 dan tabel 5 dapat dilihat bahwa atap metal dapat mereduksi bunyi antara 20 dB–28 dB, akan tetapi dengan penambahan insulator *coating* pada atap dapat mereduksi bunyi antara 24,8 dB - 32,8 dB. Reduksi bunyi terbesar ialah pada frekuensi 125Hz (antara 5.6 dB-5.9 dB); sedangkan di frekuensi tinggi reduksinya lebih kecil, yakni di frekuensi 4kHz dapat mereduksi antara 3.3-4.0 dB. Dikarenakan waktu penelitian yang kurang memadai, pengukuran terhadap *impact noise* hanya dapat dilakukan pada insulator *coating* saja.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian reduksi bunyi pada atap Zinalume® dengan lapisan cat atap (Orca Zinc Coat) *glasswool-rockwool*, dan *styrofoam*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Terhadap *Airborne noise*:

- Reduksi bunyi yang paling efektif sebesar 28 dB di frekuensi 4 kHz berdasarkan penelitian adalah dengan penggunaan Rockwool D100 ketebalan 5 cm dan 1 lapis aluminium foil.
- Penggunaan cat atap/coating Orca® Zinc Coat untuk bangunan eksisting sangat efisien karena dapat dilakukan dengan baik tanpa membongkar atap dan dengan waktu yang singkat.
- Penggunaan styrofoam 1 layer (5 cm) dengan 2 layer (@ 2,5 cm) tidak menimbulkan beda reduksi bunyi (*airborne sound*) yang signifikan, akan tetapi dengan 2 layer dapat mereduksi bunyi lebih besar daripada 1 layer.

Terhadap *Impact noise*:

- Penggunaan *coating* pada atap dapat mereduksi bunyi rata-rata sebesar 4 dB.

DAFTAR PUSTAKA

Airborne sound, impact sound, sound absorption, sound insulation, (n.d.). Retrieved May 7, 2011, from <http://sites.google.com/site/controlthenoise/16>

Anugrah Jaya, P.T. (2010). *Insulasi coating atap* (brosur). Orca® Zinc Coat. Semarang.

ASTM. (1990). volume 04.06 E 492. Laboratory measurement of impact sound transmission through floor-ceiling assemblies using the tapping machine. Chicago. Illinois Institute of technology.

ASTM. (1990). volume 04.06 E 596. *Laboratory measurement of the noise reduction of sound-insulating enclosures*. Chicago. Illinois Institute of technology.

Egan, M. David. (1972). *Concepts In Architectural Acoustics*. New York: McGraw-Hill.

Frekuensi tinggi. (2010). Retrieved June 14, from <http://id.edaboard.com/topic-836390.0.html>.

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

Noise. (2010). Retrieved June 14, from [http://id. Edaboard.com/topic-836390.0.html](http://id.Edaboard.com/topic-836390.0.html).

Occupational and Community Noise. (Feb, 2001). Retrieved April 30, from <http://www.who.int/infs/en/fact258.html>

- Glasswool. (2011). Retrieved April 30, from <http://www.tlimpex.com/glasswool.html>
- Satwiko, Prasasto. (2004). *Fisika Bangunan I*. Yogyakarta: ANDI.
- Transmission loss*. (n.d.) Retrieved June 3, 2011, From <http://www.sal2000.com/ds/ds3/Acoustics/TL.htm>
- Wikipedia the free encyclopedia*. (2011). Glass wool. Retrieved April 27, 2011, from http://en.Wikipedia.org/wiki/Glass_wool
- Wikipedia the free encyclopedia*. (2011). Styrofoam. Retrieved April 27, 2011, from <http://en.wikipedia.org/wiki/Styrofoam>
- Wikipedia the free encyclopedia*. (2011). Aluminium foil. Retrieved April 27, 2011, from http://en.wikipedia.org/wiki/Aluminium_foil
- Zincalume Steel*. (n.d.). Retrieved May 3, 2011, from <http://www.bluescopesteel.co.id/BlueScopeSteel/country/indonesia/coatedsteel/en/brands.cfm?nID=d57e8f0e-e514-4270-842b-4234152f0fac&ID=9253a9b3-890c-4549-bc21-8be439572848&view=full>