

Pengaplikasian Panel Akustik berbahan dasar Bulu Ayam sebagai Material penyerapan suara pada Ruang Gema

Edo Subianto

Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan/Akustik Bangunan, Prodi Teknik Arsitektur/Departemen Teknik Arsitektur, Nama Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar.

Abstrak

Karakteristik bulu ayam yang lembut serta berpori berpotensi menciptakan material baru penyerap suara. Studi ini akan menganalisa apakah penerapan material bulu Ayam dalam bentuk panel akustik dapat menyerap besar tekanan suara. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap perlakuan dan proses pengukuran panel bulu Ayam tersebut. Hasil studi ini didapatkan tekanan suara mula-mula dalam ruang adalah 48.2 dB untuk tekanan suara minimum, maksimum 55.5 dB dan Leq sebesar 49.3 dB. Setiap jenis suara memiliki tekanan suara yang berbeda-beda, mulai dari suara tembakan, white noise, pink noise, hingga suara berfrekuensi rendah sampai berfrekuensi tinggi. Melalui proses pengukuran daya serap material didapatkan bahwa penyerapan suara berbeda-beda, tergantung jenis suara apa yg diberikan pada saat pengujian, rata-rata penyerapan suara terhadap bulu ayam adalah sebesar 1 – 20 dB.

Kata-kunci : limbah bulu ayam, material penyerap, penyerapan suara

Application of Acoustic Panels made from Chicken Feathers as sound absorption material in the Reverberation Room

Abstract

Characteristics of soft and porous feathers have the potential to create new sound-absorbing materials. This study will analyze whether the application of Chicken feather material in the form of an acoustic panel can absorb large sound pressure. Therefore, further research is needed on the treatment and measurement process of the Chicken feather panel. The results of this study found that the initial sound pressure in the room was 48.2 dB for a minimum sound pressure, a maximum of 55.5 dB and Leq of 49.3 dB. Each type of sound has a different sound pressure, ranging from gunshots, white noise, pink noise, to low-frequency to high-frequency sounds. Through the process of measuring the absorbency of the material, it is found that sound absorption varies, depending on what type of sound is given during testing, the average sound absorption of chicken feathers is 1 - 20 dB.

Keywords : *Chicken feather waste, absorbent material, sound absorption*

Kontak Penulis

Edo Subianto
Labo Sains dan Teknologi Bangunan, Program Studi Teknik Arsitektur, Universitas Hasanuddin Makassar
Jl. STPP Gowa 92171
Tel : +62-81363609688
E-mail : edosubianto21@gmail.com

Informasi Artikel

Diterima editor tanggal 5 Juli 2019. Revisi tanggal 19 November 2019. Disetujui untuk diterbitkan tanggal 21 Desember 2019
ISSN 2301-9247 | E-ISSN 2622-0954 | <https://jlbi.iplbi.or.id/> | © Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia (IPLBI)

PENDAHULUAN

Kenyamanan seseorang dalam suatu bangunan berkaitan dengan bunyi atau kenyamanan akustik. Bunyi sendiri adalah sensasi akibat getaran suatu benda yang menimbulkan gesekan dengan zat di sekitarnya yang diterima oleh telinga. Kondisi lingkungan dalam masyarakat industri kontemporer sekarang ini sangat berpengaruh dengan kenyamanan akustik, dengan semakin padatnya lalu lintas serta pemukiman, volume kebisingan pun meningkat, terlebih di daerah perkotaan. Hal ini sangat mempengaruhi kenyamanan akustik. (Satwiko, 2009)

Orang Indonesia umumnya lebih terbiasa mendengar istilah pencemaran udara, air, atau tanah, dibandingkan istilah pencemaran bunyi. Istilah pencemaran secara sederhana dapat diartikan sebagai penambahan atau masuknya zat tertentu ke suatu sistem melebihi bakuan susunan zat tersebut, sehingga mengganggu keseimbangan sistem tersebut. Pencemaran bunyi dengan demikian diartikan sebagai munculnya bunyi dalam porsi berlebihan yang melampaui takaran umum yang aman bagi kesehatan indra pendengaran dan kesehatan jiwa dan raga. (Mediastika, 2005).

Limbah bulu ayam yang begitu banyak berada di Indonesia, Bulu ayam merupakan salah satu limbah dari hasil pemotongan hewan unggas dan hampir setiap hari kita melihat orang menikmati atau mengkonsumsi ayam. Ayam yang sering kita konsumsi setiap harinya memiliki bulu yang bias di jadikan sebuah penelitian karena bulu ayam terbuat dari keratin dan protein yang juga kita temui pada rambut, kuku, tanduk, dan wol, sehingga menjadikannya kuat, tangguh dan ringan.

Pada dasarnya bulu ayam merupakan potensi yang sudah mulai di manfaatkan diantaranya adalah menjadi bahan pengisi bantal. Di samping itu, bulu ayam juga merupakan limbah yang banyak menarik perhatian peneliti di dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Karena sifat bulu ayam yang lembut dan lunak maka sangat memungkinkan dijadikan material penyerap suara.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam (Satwiko, 2009), akustik adalah ilmu yang mempelajari tentang suara atau bunyi. Akustik dalam Arsitektur sering dibagi menjadi akustika ruang (Room Acoustics) yang menangani bunyi yang dikehendaki dan kontrol kebisingan (Noise Control) yang menangani bunyi yang tak dikehendaki. Pada suatu ruang Studio ataupun Theater

Ruang akustik adalah istilah dalam ilmu akustik untuk mendefinisikan bangunan atau ruang-ruang yang memerlukan penanganan akustik secara cermat karena tuntutan aktifitas didalam ruangan, adapun ruangan yang memerlukan penanganan akustik cermat adalah aktifitas yang berhubungan dengan penyajian audio. Bangunan atau

ruang-ruang yang tergolong dalam akustik ruang adalah: auditorium, studio rekaman, studio radio, ruangan-ruangan yang memerlukan ketenangan seperti ruang perpustakaan, ruang rawat inap di rumah sakit, ataupun home theatre di dalam rumah tinggal.

Penyerapan bunyi pada dinding ruangan sangat penting untuk menghindari cacat akustik seperti gema atau gaung, selain itu juga bias menghindari resonansi bunyi (Frick, 2008)

Koefisien Absorpsi atau penyerapan suara (sound absorption) adalah kemampuan suatu bahan untuk meredam bunyi yang datang. Dihitung dalam persen, atau pecahan bernilai antara 0 dan 1. Nilai 0 berarti tidak ada peredaman bunyi (seluruh bunyi yang datang di pantulkan secara sempurna). Sedangkan nilai 1 berarti bunyi yang datang diserap seluruhnya (tidak ada yang dipantulkan kembali).

Setiap permukaan yang datang oleh gelombang suara akan memantulkan, menyerap dan meneruskan energi suara yang datang. Perbedaan besarnya porsi energi suara yang dipantulkan dan yang diserap terhadap energi suara yang datang akan memantulkan sifat material tersebut. Apabila porsi yang dipantulkan lebih banyak, maka material cenderung akan di sebut sebagai material penyerap suara. Porsi energi inilah yang kemudian digunakan sebagai cara untuk menyatakan koefisien serap. Koefisien serap adalah perbandingan energi suara yang di serap oleh material terhadap energi suara yang datang padanya (Sarwono, 2008)

Besarnya energi suara yang dipantulkan, diserap atau diteruskan bergantung pada jenis dan sifat dari bahan atau material tersebut. Pada umumnya bahan yang berpori akan menyerap energi suara yang lebih besar dibandingkan dengan jenis bahan lainnya. Adanya pori-pori menyebabkan gelombang suara dapat masuk kedalam material tersebut. Energi suara yang diserap oleh bahan akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, pada umumnya diubah ke energi kalor.

Cara pengukuran Koefisien Serap pada beberapa macam, yang paling sederhana adalah menggunakan alat yang disebut tabung Impedansi. Pada cara ini bahan diletakkan disalah satu ujung tabung dan sumber suara di ujung yang lain. Dua microphone yang diletakkan diantaranya (dalam kondisi satu garis atau berhadapan) kemudian digunakan untuk mengukur perbedaan impedansi akustik medan suara yang dihasilkan, dari perbedaan itu kemudian diperoleh harga koefisien serap bahan (α).

Koefisien serap yang diukur dalam hal ini adalah koefisien serap arah tegak lurus bahan. Biasanya cara tersebut digunakan untuk mengukur harga koefisien serap dari material-material baru.

Cara kedua adalah menggunakan pengukuran perbedaan waktu dengung didalam ruang dengung. Ruang dengung adalah ruang Lab Khusus yang seluruh permukaannya bersifat sangat reflektif dan diffuse, serta tidak ada satupun permukaan yang sejajar untuk menciptakan medan difuse pada seluruh titik dalam ruang. Harga koefisien serap yang diukur dengan cara inilah yang biasa digunakan sebagai standar koefisien absorpsi bahan akustik.

Nilai koefisien absorpsi biasanya, dibuat dengan frekuensi standar yang meliputi bagian yang paling penting dari jangkauan frekuensi audio, yaitu pada 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz atau 128, 256, 512, 1024, 2048 dan 4096 Hz. Untuk informasi koefisien material akustik komersial terkadang dicirikan dengan Noise Reduction Coefficient (NRC), yang merupakan rata-rata dari nilai koefisien absorpsi pada frekuensi 250, 500, 1000, dan 2000 Hz, yang dinyatakan dengan kelipatan terdekat dari 0.05 dilai koefisien absorpsi minimum material untuk dapat dikategorikan sebagai peredam suara menurut ISO 11654 adalah 0.15.

Koefisien absorpsi serat alami yang secara umum adalah baik telah rangkum yang memungkinkan untuk mencari bahan yang cocok untuk penyerapan yang dibutuhkan, banyak bahan alami seperti kenaf, rami, sisal, gabus, wol domba, bamboo atau serat kelapa menunjukkan kinerja yang baik dan dapat menyerap suara di kamar akustik dan menghambat kebisingan.

Penggunaan bahan penyerap suara dengan cara disisipkan dalam sistem dinding insulasi akan meningkatkan kinerja insulasi, karena energi suara yang merambat melewati bahan penyerap akan diubah menjadi energi panas untuk menggetarkan partikel-partikel udara yang terperangkap dalam pori-pori bahan penyerap. Bahan penyerap ini juga akan menurunkan frekuensi resonansi system partisi/dinding yang didekopling. Perlu dipahami bahwa insulasi atau soundproofing tidak ditentukan semata oleh bahan penyerap apa yang di isi dalam dinding

Jika kita menggunakan dinding sandwich konvensional, kedua permukaan dihubungkan oleh stud dan diisi celah di antaranya dengan bahan penyerap suara, suara akan tetap dapat melalui stud tanpa harus melalui bahan penyerap suara, jadi bahan penyerap hanya efektif bila ada dekopling

Menurut (Martin & Schinzinger, 1994), rekayasa adalah penerapan ilmu pengetahuan dan penggunaan sumber daya alam demi manfaat bagi masyarakat dan umat manusia. Rekayasa material merupakan salah satu usaha arsitek untuk mengatasi masalah akustik ruang seperti gema, kebisingan dan getaran. Dalam hal ini bahan berserat dapat memberikan penyerapan suara yang lebih baik, untuk itu dibutuhkan kemampuan untuk menghitung koefisien penyerapan suara dalam mendesain suatu material akustik (Cox & D'Antonio, 2009). Disebutkan

juga oleh (Satwiko, 2009), setiap pengadaaan massa dinding, tingkat bunyi akan berkurang 5 dB.

Serapan (absorption) adalah perbandingan antara energi yang tidak dipantulkan kembali dan energi keseluruhan yang datang, diukur dalam Sabine (1 m^2 Sabine = serapan bunyi setara 1 m^2 jendela terbuka). Penyerapan bunyi (soundabsorbing), kemampuan suatu bahan untuk meredam bunyi yang datang, dihitung dalam persen, atau pecahan bernilai $0 \leq a \leq 1$ (Satwiko, 2009). Dalam (Everest & Pohlman, 2009), koefisien penyerapan digunakan untuk menilai keefektifan bahan dalam menyerap suara. Dijelaskan dalam (Cox & D'Antonio, 2009), metode yang sering digunakan dalam pengukuran penyerapan suara yaitu metode tabung impedansi, dengan menghitung standing wave ratio. Metode ini sangat baik untuk penelitian pengembangan bahan tanpa membutuhkan ruang khusus, sampel ukuran besar yang sulit dan mahal dalam proses pengukuran penyerapan bunyi.

Pada dasarnya bahan penyerap bersifat lunak, berserat dan banyak memiliki pori, sedangkan bahan pemantul bersifat keras dan tertutup porinya. Contoh bahan penyerap adalah gorden tebal, Rockwool, Cellulose Fibre, kapuk, akustik tile, spon, Karpet dan lain sebagainya. Contoh bahan pemantul adalah, beton, GRC, Gypsum, bata plester dan lain sebagainya.

Panel-panel dinding dapat dirancang agar dapat menjadi penyerap bunyi yang terbatas untuk frekuensi-frekuensi tertentu dengan mengatur celah yang ada diantaranya papan-papan yang digunakan, prinsip resonator yang berupa belahan-belahan Panjang

Penelitian Mengenai Pengukuran koefisien serap bunyi pada bahan limbah telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya adalah :

1. Jerami
2. Serat Kelapa
3. Serbuk kayu
4. Pelepeh pisang
5. Bulu Ayam, dll

METODE PENELITIAN

Metode Pengambilan Data

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi lapangan yaitu dengan mengambil data secara eksperimen langsung terhadap objek yang akan diamati sesuai di lapangan. Dicatat langsung pada lokasi penelitian guna mendapatkan data-data yang dibutuhkan. Objek dalam penelitian ini menggunakan Limbah bulu ayam.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis data secara deskriptif yaitu menggambarkan hasil penelitian secara grafis, tabel, histogram, grafik dan foto struktur mikro.

2. Studi pustaka dilakukan dengan membaca atau mengutip literatur yang relevan atau berkaitan dengan masalah yang akan dibahas baik dari segi teori mencakup dari segi formal perhitungan, sehingga dapat membuat penyelesaian tugas akhir ini.

Instrumen Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2018 - Mei 2018 di Laboratorium Akustik pada ruang Reverberation Room Fakultas Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

1. Limbah Bulu ayam

Pada penelitian ini penelitian yang digunakan adalah semua jenis bulu ayam potong yang berwarna putih (Gambar 1). Bulu ayam ini sebelum digunakan terlebih dahulu melalui proses pembersihan dan pengeringan agar bulu ayam nantinya akan bertahan lebih lama



Gambar 1 Pengolahan Bulu Ayam

2. Paku

Paku yang paling sering dan paling banyak digunakan. Seperti namanya, paku kayu hanya bisa digunakan untuk memaku bahan-bahan yang tidak terlalu tebal, seperti memaku pigura, papan, triplek, kayu blok, serta jenis-jenis kayu lainnya

3. Dinding partisi

Merupakan dinding yang tidak paten dalam suatu bentuk struktur, dapat di pindahkan dan dapat di rekayasa sesuai fungsi dinding itu sendiri.

4. SLM

Soun Level Meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur seberapa besar suara bising mempengaruhi

pekerja dalam melaksanakan tugasnya. Alat ini digunakan untuk mengukur intensitas kebisingan antara 30-130 dBA dan dari frekuensi 20Hz-20.000Hz



Gambar 2 Sound Level Meter

Lokasi Penelitian.

Pemilihan lokasi penelitian adalah di ruang Reverberation Room Lt. 3 Departemen Arsitektur Unhas, Gowa Sulawesi Selatan

Waktu dan tempat Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2018 - Mei 2018 di Laboratorium Akustik pada ruang Reverberation Room Fakultas Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

SUMBER DATA

1. Data Primer

Data yang diambil langsung oleh peneliti berupa data tingkat pencahayaan Gedung Rektorat Universitas Hasanuddin menggunakan alat ukur Sound Level Meter, pengukuran pencahayaan eksisting, mencatat data yang didapat di lapangan dan simulasi komputer.

2. Data Sekunder

Data yang diperoleh dari dokumen-dokumen dan referensi yang di anggap relevan dengan masalah yang diteliti. Dalam penelitian ini, jenis data yang dibutuhkan disesuaikan dengan variabel pencahayaan yang digunakan. Variabel bebas disini berarti jenis sampel yang diubah-ubah atau diganti guna mendapatkan hasil sistem pencahayaan yang lebih tepat yang sesuai dengan standar nasional Indonesia yang dianjurkan.

PROSEDUR PENELITIAN

1. Pengumpulan limbah bulu ayam
2. Proses Pengawetan dan pembuatan panel
3. Pengujian dan Pengambilan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan di Reverberation Room terhadap panel bulu Ayam pada dinding partisi, maka dapat diketahui bahwa tingkat tekanan suara rata-rata dalam Reverberation Room dalam keadaan tanpa suara adalah; tekanan minimum sebesar 48.2 dB, maksimum 55.5 dB dan Leq sebesar 49.3 dB. Berdasarkan table dibawah ini

Tabel 1 Nilai tekanan suara pada kondisi mula-mula ruang

Percobaan	Leq (dB)	Lmax (dB)	Lmin (dB)
1	49.1	50.0	48.2
2	49.7	58.9	48.2
3	49.1	57.6	48.2
Rata-rata	49.3	55.5	48.2

Keterangan :

Leq : Ukuran tingkat kebisingan dari rata-rata energi dari berbagai variasi tingkat bunyi selama 10 detik

Lmax: Tingkat kebisingan Maksimum saat pengukuran

Lmin : Tingkat kebisingan Minimum saat pengukuran

Dibawah ini merupakan hasil pengukuran daya serap tekanan suara oleh panel bulu ayam yang di ukur dengan 4 jenis suara berbeda yaitu, suara **tembakan pistol**, suara **white noise**, **pink noise**, dan suara **berfrekuensi**, mulai berfrekuensi rendah (250 Hz) hingga berfrekuensi tinggi (1000 Hz)

- a. Perubahan Nilai tekanan suara tembakan (Percobaan jenis suara 1) antara dalam dan luar dinding partisi



Gambar 3 Grafik penurunan tekanan suara Leq

Berdasarkan gambar 3 peneliti melakukan dua kali tahapan pengukuran, yaitu kondisi tekanan suara di area luar panel (leq 0) dan pengukuran tekanan suara di area dalam panel dengan menggunakan suara tembakan berjarak 5 meter dari panel bulu ayam.

Terlihat bahwa terjadi penurunan sebesar 20 dB saat peneliti berada di luar panel (leq0) dan saat peneliti berada di dalam ruang dengan lapisan panel (leq1)

Keterangan “titik” pada tabel menunjukan titik pengukuran berada tepat di tengah ruang panel. Dimana titik satu alat ukur berada pada ketinggian 30 cm, titik dua pada ketinggian 110 cm dan titik 3 pada ketinggian 190 cm



Gambar 4 Grafik penurunan tekanan suara LMax



Gambar 5 Grafik penurunan tekanan suara LMin

Sedangkan untuk gambar 4 dan gambar 5 merupakan grafik nilai Lmax dan Lmin berturut-turut dimana diperoleh penurunan nilai tekanan suara dalam ruang adalah; tekanan minimum sebesar 1 - 5 dB, maksimum 10 - 18 dB dan Leq sebesar 9 - 18 dB

- b. Perubahan Nilai tekanan suara Pink Noise (Percobaan jenis suara 2) Antara dalam dan luar dinding partisi

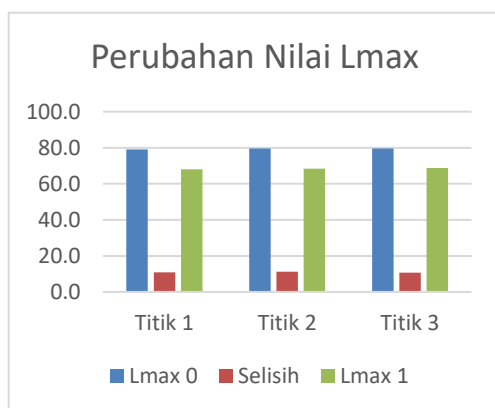


Gambar 6 Grafik penurunan tekanan suara Leq

Berdasarkan gambar 6 peneliti melakukan dua kali tahapan pengukuran, yaitu kondisi tekanan suara di area luar panel (leq 0) dan pengukuran tekanan suara di area dalam panel dengan menggunakan suara berjenis “White Noise” berjarak 5 meter dari panel bulu ayam.

Terlihat bahwa terjadi penurunan sebesar 15 dB saat peneliti berada di luar panel (leq0) dan saat peneliti berada di dalam ruang dengan lapisan panel (leq1)

Keterangan “titik” pada tabel menunjukkan titik pengukuran berada tepat di tengah ruang panel. Dimana titik satu alat ukur berada pada ketinggian 30 cm, titik dua pada ketinggian 110 cm dan titik 3 pada ketinggian 190 cm



Gambar 7 Grafik penurunan tekanan suara LMax



Gambar 8 Grafik penurunan tekanan suara LMin

Sedangkan untuk gambar 7 dan gambar 8 merupakan grafik LMax dan Lmin berturut-turut dimana diperoleh penurunan nilai tekanan suara dalam ruang adalah; tekanan minimum sebesar 12 - 16 dB, maksimum 10 - 12 dB dan Leq sebesar 10 - 12 dB

- c. Perubahan Nilai tekanan suara Pink Noise Noise (Percobaan jenis suara 3) Antara dalam dan luar dinding partisi

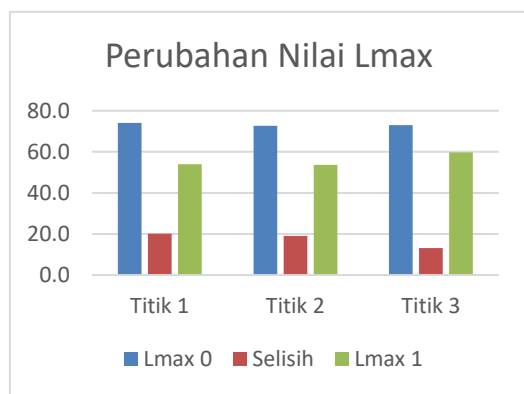


Gambar 9 Grafik penurunan tekanan suara Leq

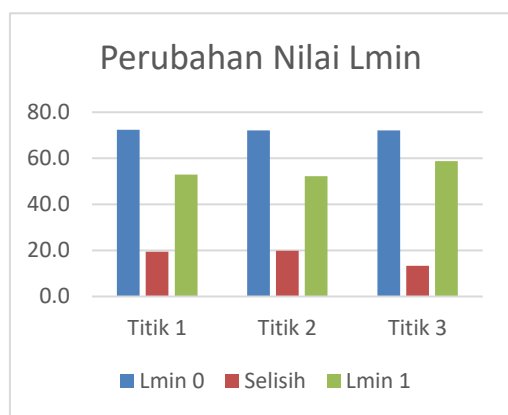
Berdasarkan gambar 9 peneliti melakukan dua kali tahapan pengukuran, yaitu kondisi tekanan suara di area luar panel (leq 0) dan pengukuran tekanan suara di area dalam panel dengan menggunakan suara berjenis “Pink Noise” berjarak 5 meter dari panel bulu ayam.

Terlihat bahwa terjadi penurunan sebesar 20 dB saat peneliti berada di luar panel (leq0) dan saat peneliti berada di dalam ruang dengan lapisan panel (leq1)

Keterangan “titik” pada tabel menunjukkan titik pengukuran berada tepat di tengah ruang panel. Dimana titik satu alat ukur berada pada ketinggian 30 cm, titik dua pada ketinggian 110 cm dan titik 3 pada ketinggian 190 cm



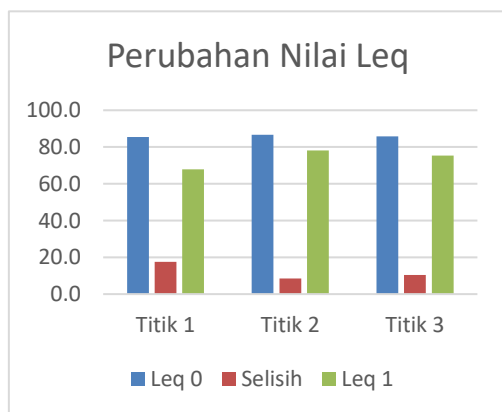
Gambar 10 Grafik penurunan tekanan suara Lmax



Gambar 11 Grafik penurunan tekanan suara LMin

Sedangkan untuk gambar 10 dan gambar 11 merupakan grafik LMax dan Lmin berturut-turut dimana diperoleh penurunan nilai tekanan suara dalam ruang adalah; tekanan minimum sebesar 2 - 20 dB, maksimum 12 - 20 dB dan Leq sebesar 12 - 20 dB

- d. Perubahan Nilai tekanan suara berfrekuensi 250 Hz Noise (Percobaan jenis suara 4) Antara dalam dan luar dinding partisi



Gambar 13 Grafik penurunan tekanan suara Leq

Berdasarkan gambar 9 peneliti melakukan dua kali tahapan pengukuran, yaitu kondisi tekanan suara di area luar panel (leq 0) dan pengukuran tekanan suara di area dalam panel dengan menggunakan suara berjenis “Suara Frekuensi 250 Hz” berjarak 5 meter dari panel bulu ayam.

Terlihat bahwa terjadi penurunan sebesar 10 - 20 dB saat peneliti berada di luar panel (leq0) dan saat peneliti berada di dalam ruang dengan lapisan panel (leq1)

Keterangan “titik” pada tabel menunjukan titik pengukuran berada tepat di tengah ruang panel. Dimana titik satu alat ukur berada pada ketinggian 30 cm, titik dua pada ketinggian 110 cm dan titik 3 pada ketinggian 190 cm

Untuk Nilai Lmin dan Lmax berturut-turut diperoleh penurunan nilai tekanan suara dalam ruang adalah; tekanan minimum sebesar 2 - 16 dB, maksimum 4 - 18 dB dan Leq sebesar 6 - 19 dB

KESIMPULAN

1. Panel bulu ayam dapat menyerap suara tergantung dari sumber suara itu sendiri, itu dibuktikan dari semua percobaan mulai dari percobaan 1 samapai dengan percobaan ke 5 mengalami penurunan tekanan suara secara signifikan
2. Merancang sistem akustikal terbaru merupakan seni tersendiri di dalam menciptakan suatu ruang yang nyaman karena menyangkut perpaduan antara aspek penciptaan suasana ruang, tuntutan dan kebutuhan ruang, estetika serta perhitungan akustikalnya.
3. Perancangan sistem Akustikal ruang yang baik dan benar, akan memperhatikan tuntutan fungsi, kebutuhan dan suasana ruang yang diinginkan. Selain itu, aspek operasional pemakaian dan perawatannya juga menjadi pertimbangan utama.
4. Penyerapan terbesar terjadi pada suara berfrekuensi tinggi, dimana semakin tinggi frekuensi suara maka semakin besar pula penyerapan nya begitu juga sebaliknya
5. Berdasarkan penelitian dan percobaan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa material bulu ayam, merupakan material yg dapat di manfaatkan sebagai material penyerap.
6. Perbedaan paling mendasar penelitian ini dengan penelitian lain adalah penelitian ini berfokus secara penuh terhadap potensi panel bulu ayam yang di aplikasikan langsung pada kehidupan nyata. Bukan mencari nilai besaran koefisien tingkat penyerapan panel bulu ayam

Daftar Pustaka

- Arifin, T. (2008). *Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Potong Metode Pengukusan Untuk Bahan Ransum Ayam Potong*. Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara.
- Brone, J., & Schmidt, W. (2005). *Polyethylene Reinforced With Keratin Fibers Obtained From Chicken Feathers*. US Departement of Agriculture: US.
- Budianto, R. (2013). *Desain Bioball berbahan Komposit bulu ayam*. Yogyakarta: Univeritas Gajah Mada.
- Ching, F. (2007). *Form, Space, and Order*. New York: John Wiley and Sons.
- Cox, T., & D'Antonio, P. (2009). *Acoustic Absorbers and Diffusers : Theory, Design and Application 2nd Edition*. Taylor and Francis: London.
- Doelle, L. (1972). *Environmental Acoustic*. New York: McGraw Hill Publishing Company.
- Eddy, N. (2014). *Uji Koefisien Serap suara dengan metode ruang dengung menggunakan material 100 % serat kelapa*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Everest, F., & Pohlam, K. (2009). *Master Handbook of Acoustic 4th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Frick, H. (2008). *Ilmu Fisika Bangunan. Seri Konstruksi Arsitektur*. Yogyakarta: Kanisius.
- Indrawati, E. T. (2009). *Koefisien Penyerapan bunyi bahan akustik dari pelepah pisang dengan kerapatan yang berbeda*. Malang: Jurnal Neutrino Vol. 2.
- Kamevi, V. (2006). *Uji Kualitas Akustik Auditorium*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Kang, J. (2007). *Urban Sound Environment*. London: Taylor And Francis.
- Long, M. (2006). *Architectural Acoustic*. Oxford UK: Elsevier.
- Lord, P. (2001). *Detail Akustik*. Jakarta: Erlangga.
- Marlin, L. (2013). *Faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan daging Ayam Ras pada rumah tangga*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Martin, M., & Schinzinger, R. (1994). *Etika Rekayasa edisi ke-2*. Jakarta: Gramedia.
- Mediastika, C. E. (2005). *Akustika Bagunan, Prinsip-prinsip dan penerapannya di Indonesia*. Yogyakarta: Erlangga.
- Purwanti E, R., & Khaula AN, M. (2010). *Optimalisasi Pemanfaatan Hidrosilat Bulu Ayam Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Biodiesel*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Sari, N. P. (2009). *Pengukuran karakteristik ampas singkong sebagai bahan penyerap bunyi dengan metode tabung impedansi dua mikrofon*. Solo: Universitas Sebelas Maret.
- Sarwono, J. (2008). *Wawancara Virtual Tentang Absorpsi dan Refleksi Gelombang Suara Dalam Ruang*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Satwiko, P. (2009). *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Suptandar, J. (2004). *Faktor Akustik dalam Perancangan Desain Interior*. Jakarta: Djambatan.
- Thamrina, S. (2013). *Koefisien serap bunyi papan partikel dari bahan serbuk kayu kelapa*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.

Catatan

¹ Olahan Material Bulu Ayam merupakan material yang baik sebagai selain penyerapan suara juga sebagai control terhadap limbah industri

² Bahan Material yang berserat dan lembut cenderung memiliki nilai koefisien penyerapan yang baik

³ Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, yang menguji tingkat penyerapan suara dari panel bulu ayam di kehidupan nyata