



LABORATORIUM AKUSTIK &
FISIKA BANGUNAN
PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

IMPLEMENTASI *SOFT BOUNDARY CONDITION* PADA PENYERAP AKUSTIK PANEL PERFORASI MIKRO UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PENYERAPAN DI FREKUENSI RENDAH

Radhiyah Ulfah Pratiwi (23321301)

Pembimbing:

Iwan Prasetyo, S.T., M.T., Ph.D

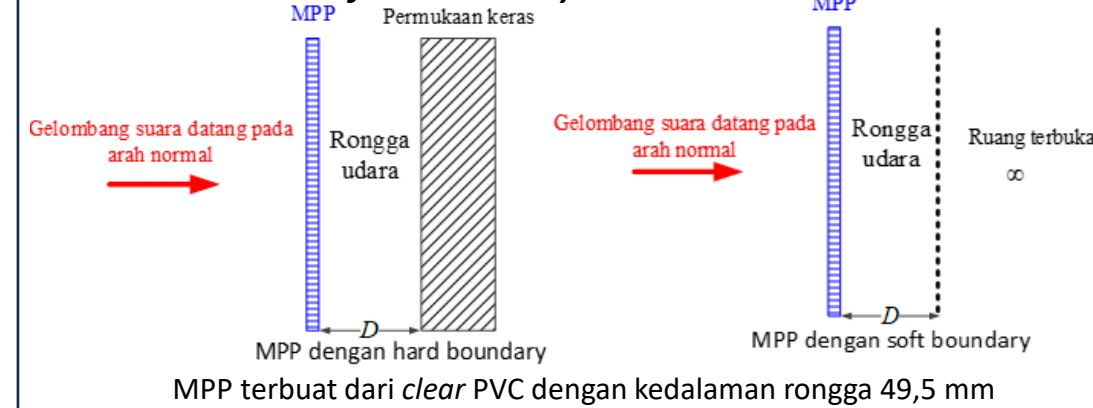
M. Kemal Augusta, S.T., M.Eng., Ph.D

Latar Belakang

Kebisingan yang berasal dari frekuensi di bawah 250 Hz masih menjadi masalah yang belum dapat diatasi. Material yang ada saat ini, memiliki kinerja absorpsi yang dibatasi oleh prinsip kausalitas. Berdasarkan prinsip tersebut, ketebalan minimum yang dibutuhkan oleh material adalah seperempat panjang gelombang yang ditargetkan. Dengan demikian, dibutuhkan suatu material yang tebal untuk mengatasi kebisingan di frekuensi di bawah 250 Hz. Material dengan dimensi yang besar tersebut dapat menimbulkan permasalahan teknis lain saat diaplikasikan dalam bangunan. Hal tersebut juga berlaku pada panel perforasi mikro (MPP), yang memerlukan kedalaman rongga udara sebagai material absorber. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pendekatan dengan implementasi *soft boundary condition* pada MPP untuk meningkatkan kinerja absorpsi MPP di frekuensi rendah dengan dimensi yang tidak tergantung oleh prinsip kausalitas.

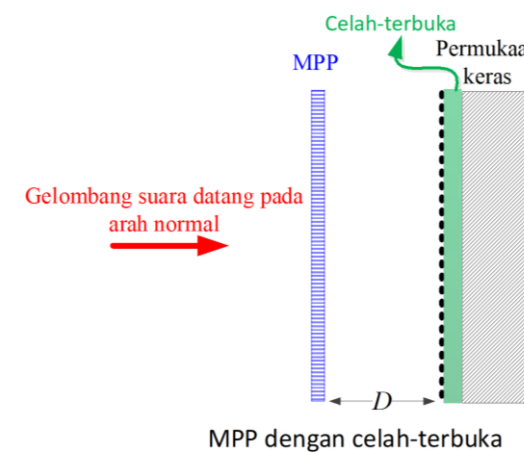
Metodologi

1. Pemodelan, Simulasi dan Pengukuran MPP dengan *Hard* dan *Soft Boundary*

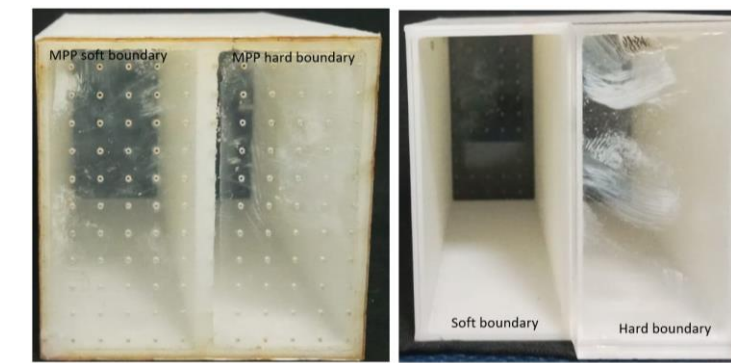


2. Pemodelan, Simulasi dan Pengukuran MPP dengan Celah-terbuka

- Pemodelan dan simulasi koefisien absorpsi MPP dilakukan berdasarkan formulasi Maa dan metode transfer matriks dengan Matlab
- MPP terbuat dari kain tenun dengan kedalaman rongga 100,5 mm dan variasi jarak celah-terbuka: 1,5 cm, 3 cm dan 5 cm

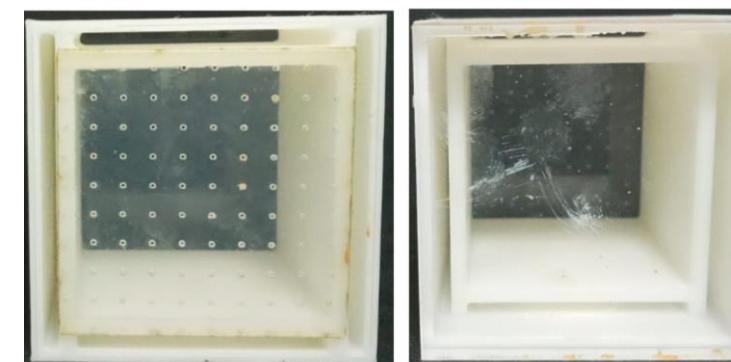


3. Studi Eksperimental Kasus I



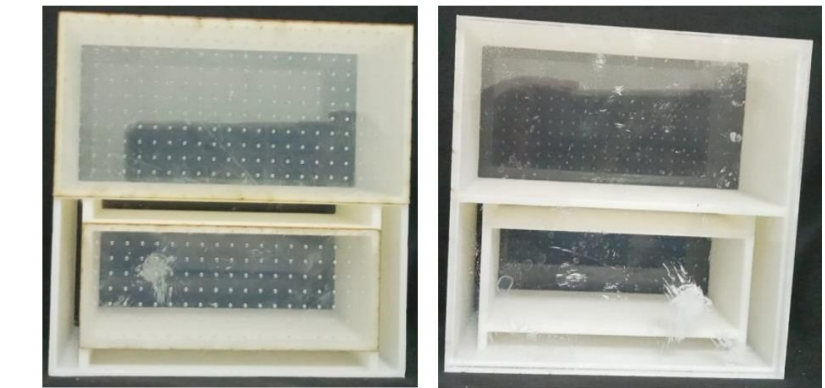
Kedalaman rongga 49,5 mm dan 100,5 mm

4. Studi Eksperimental Kasus II



Bukaan celah-depan simetris. Kedalaman rongga 49,5 mm dengan celah-terbuka di belakang kedalaman rongga 9,9 mm dan bukaan celah-depan 15% (C1), 40% (C2) dan 60% (C3)

5. Studi Eksperimental Kasus III



- Kombinasi paralel MPP dengan *hard backing* (bagian atas) dan MPP dengan *soft backing* melalui celah-terbuka (bagian bawah)
- Bukaan simetris 24% total area permukaan depan

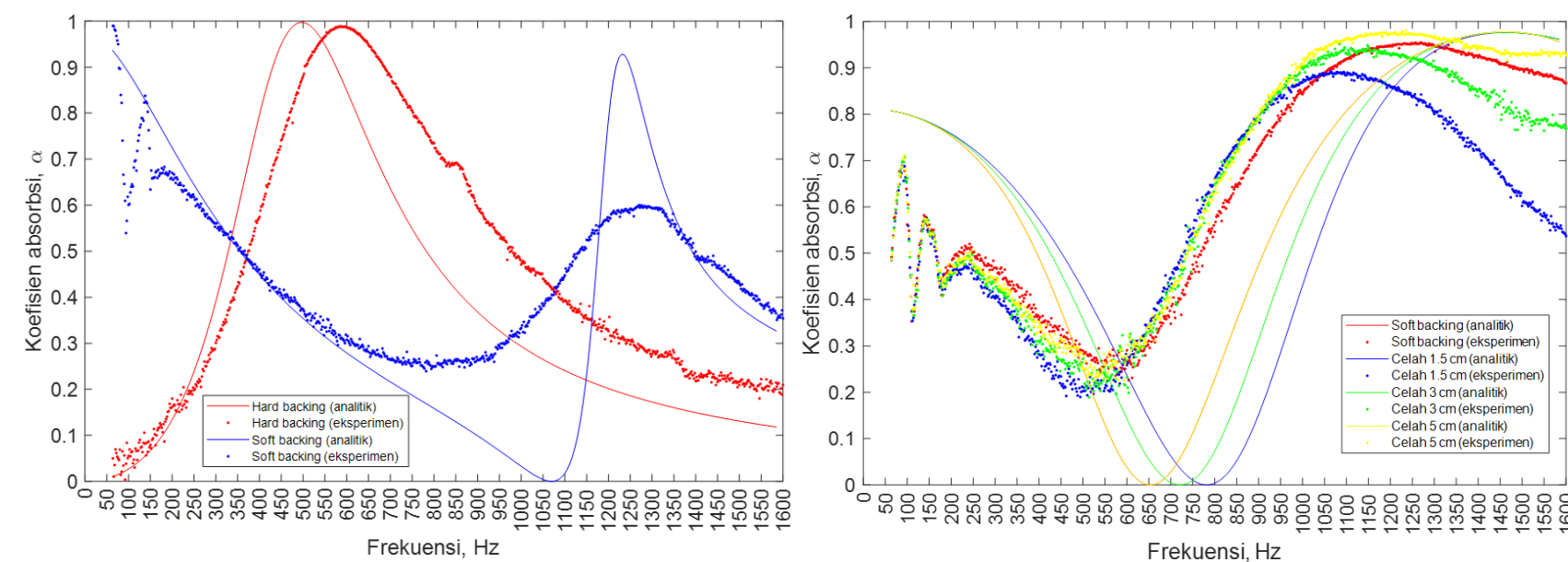
- Sampel D1: Kedalaman rongga MPP *hard backing* 60 mm, kedalaman rongga MPP *soft backing* 50 mm dan celah –terbuka 10 mm
- Sampel D3: Kedalaman rongga MPP *hard backing* 200 mm, kedalaman rongga MPP *soft backing* 190 mm dan celah –terbuka 10 mm

Catatan :

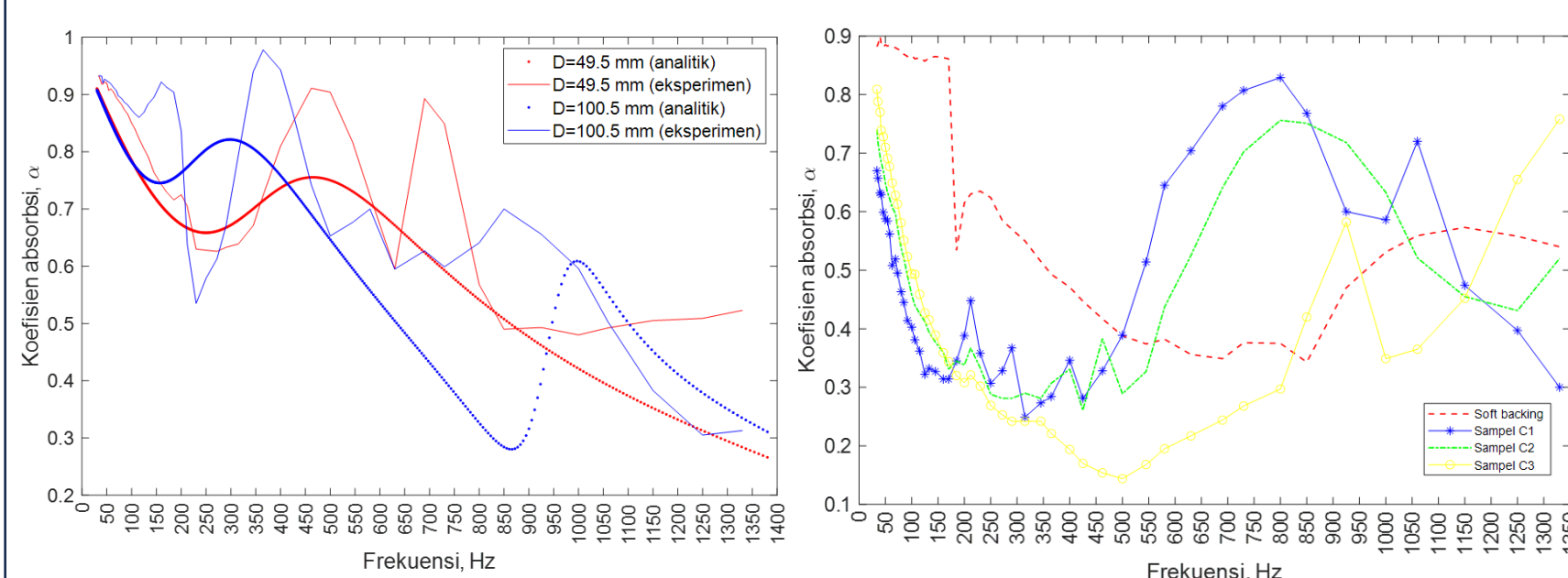
- Koefisien absorpsi dari pengukuran dan studi eksperimental kasus diperoleh dengan tabung impedansi di ruang *anechoic*
- Ukuran sampel pada studi eksperimental kasus adalah 120 mm×120mm dan MPP terbuat dari *clear PVC*
- Soft boundary condition* direalisasikan melalui celah-terbuka

Hasil dan Analisis

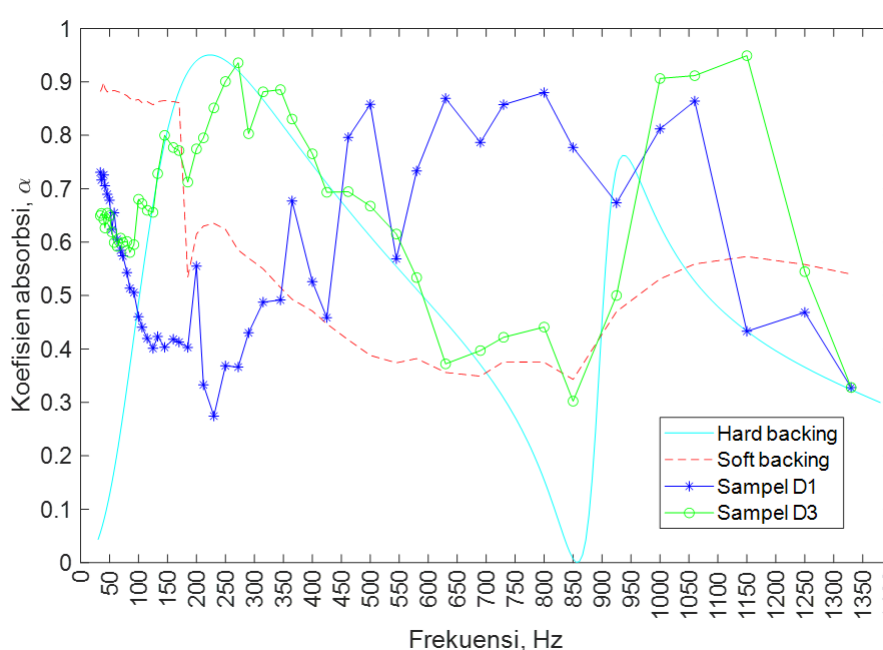
Karakteristik Penyerapan MPP dengan *Hard Backing*, *Soft Backing* dan Celah-terbuka



Studi Eksperimental Kasus I (kiri), II (tengah) dan III (kanan)



- Implementasi *soft boundary condition* pada MPP memberikan peningkatan kinerja absorpsi sebesar 70% hingga 90% di frekuensi di bawah 100 Hz
- Kinerja absorpsi di frekuensi rendah yang dihasilkan oleh celah-terbuka memberikan karakteristik yang serupa dengan *soft boundary condition* yang ideal dan tidak dipengaruhi oleh jarak celah-terbuka
- Implementasi konsep celah-terbuka dengan bukaan celah-depan memberikan karakteristik absorpsi yang mendekati *soft boundary condition* yang ideal meski belum sempurna
- Kombinasi MPP dengan *hard boundary condition* dan *soft boundary condition* secara paralel menyebabkan tercapainya absorpsi *broadband*. Namun, pemilihan kedalaman rongga udara perlu ditentukan dengan hati-hati agar tidak terjadi penurunan absorpsi di frekuensi antara target frekuensi antara *soft* dan *hard boundary condition*



- Berbagai macam pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem absorber MPP dengan *soft boundary condition* memiliki ketebalan 6 hingga 13,5 kali lebih kecil dari yang disyaratkan oleh prinsip kausalitas

Kesimpulan

- Soft boundary condition* terbukti memberikan perbaikan kinerja absorpsi MPP di frekuensi rendah.
- Agar dapat diimplementasikan secara praktis, konsep *soft boundary condition* dapat direalisasikan dengan mengadopsi konsep celah-terbuka. Pada MPP, celah-terbuka perlu disesuaikan lebih lanjut dengan mengembangkan konsep bukaan celah-depan.
- Kombinasi antara MPP dengan *soft boundary condition* dan *hard boundary condition* memungkinkan absorber MPP untuk memiliki kemampuan absorpsi yang baik di frekuensi rendah sekaligus lebar pita penyerapan yang lebar.

Referensi

Mak, H.Y., 2022. Acoustic Soft Boundary Condition. HKUST Electronic Theses. <https://doi.org/10.14711/thesis-991013098357703412>

Mak, H.Y., Zhang, X., Dong, Z., Miura, S., Iwata, T., Sheng, P., 2021. Going Beyond the Causal Limit in Acoustic Absorption. Phys. Rev. Appl. 16, 044062. <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.044062>