

EVALUASI KINERJA INSULASI SUARA PADA DINDING RUANG STUDIO MUSIK DENGAN PENGUKURAN INSITU (STUDIO UKM BAND UNIVERSITAS TELKOM)

SOUND INSULATION PERFORMANCE EVALUATION OF MUSIC STUDIO'S WALL WITH ON SITE MEASUREMENT (UKM BAND OF TELKOM UNIVERSITY'S STUDIO)

Rizqi Naridha¹, Drs. Suprayogi, M.T.², M. Saladin Prawirasarsa, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

r1naridha@gmail.com, 2spi yogi@yahoo.co.id, 3prawirasarsa.bibin@gmail.com

ABSTRAK

Studio musik merupakan ruangan yang digunakan khusus untuk memainkan alat musik. Kemampuan dinding ruangan dalam melakukan insulasi suara pada ruang studio musik menjadi pertimbangan utama dan umumnya harus dipahami dengan baik. Kemampuan insulasi suara pada dinding dapat diketahui dengan menentukan nilai *Weighted Standardized Level Difference* dengan penambahan faktor koreksi untuk suara pada frekuensi rendah ($D_{nT_w}+C_{tr}$). Nilai $D_{nT_w}+C_{tr}$ yang direkomendasikan untuk ruang studio musik adalah lebih besar atau sama dengan 50 dB. Ruang studio musik yang digunakan sebagai studi penelitian adalah Studio UKM Band Universitas Telkom. Ruangan ini memiliki empat sisi dinding partisi dengan volume ruangan sebesar 49 m³. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa nilai $D_{nT_w}+C_{tr}$ untuk setiap dinding masih lebih kecil dari 50 dB. Hal ini menunjukkan kemampuan insulasi suara pada ke empat dinding ruangan tersebut belum memenuhi standar sehingga dilakukan simulasi perancangan pada setiap dinding. Dari hasil simulasi perancangan didapatkan hasil terbaik untuk masing-masing dinding dengan nilai $D_{nT_w}+C_{tr}$ yang lebih besar dari 50 dB. Hasil tersebut dapat menjadikan ke empat dinding partisi pada ruang studio musik UKM Band Universitas Telkom memiliki kemampuan insulasi suara yang memenuhi standar.

Kata Kunci: Insulasi Suara, Studio Musik, *Weighted Standardized Level Difference* (D_{nT_w})

ABSTRACT

Music studio is a special room for playing music instrument. Wall's room ability to perform sound insulation on music studio become an important factor and should be known well. Wall's sound insulation performance can be known with determining Weighted Standardized Level Difference's value plus correction factor for low frequency sound ($D_{nT_w}+C_{tr}$). Recommended $D_{nT_w}+C_{tr}$ value for room for music is 50 dB or higher. UKM Telkom University's music studio was taken as the object for this research. This room has four wall partition which room's volume is 49 m³. Based on measurement, $D_{nT_w}+C_{tr}$ value for every wall still lower than 50 dB. This value show that sound insulation performance on each wall is not matching the standart, so that the simulation for the walls has been runned. The simulation process give the best result with $D_{nT_w}+C_{tr}$ value that higher than 50 dB for each wall. This simulation result could give the studio room's wall a sound insulation performance that match with the standart.

Keywords: Sound Insulation, Music Studio, *Weighted Standardized Level Difference* (D_{nT_w})

1. PENDAHULUAN

Studio musik adalah ruangan tempat musik dimainkan, direkam, dan diedit. Berdasarkan fungsinya studio musik termasuk kedalam kategori *room for music*. *Room for music* merupakan ruangan yang memiliki fungsi untuk menyampaikan informasi melalui media musik. Kemampuan partisi bangunan dalam melakukan insulasi suara untuk room for music menjadi pertimbangan utama dan umumnya harus dipahami dengan baik.

Ruang studio UKM Band Universitas Telkom merupakan salah satu ruangan yang dapat digunakan sebagai tempat latihan bermain musik maupun melakukan rekaman. Ruangan ini terletak di gedung Student Center Universitas Telkom yang merupakan tempat pusat kegiatan mahasiswa, sehingga diperlukan dinding partisi dengan kemampuan insulasi suara yang baik dikarenakan banyaknya *airborne noise* yang merambat dari luar ke dalam ruangan akibat dari berbagai aktifitas mahasiswa di gedung tersebut. *Airborne noise* merupakan bising yang dihasilkan oleh sumber suara yang merambat melalui medium udara. Besarnya suara yang hilang pada suatu partisi, dinding atau jendela yang dapat menggambarkan kualitas insulasi suara pada suatu ruangan disebut sebagai *Transmission Loss*[1][2].

Nilai *Transmission Loss* dihitung per frekuensi pada rentang tertentu dan dapat diubah menjadi satu nilai tunggal yaitu *Weighted Standardized Level Difference* (R_w, D_{nTw}). Nilai D_{nTw} didapatkan dari hasil pengukuran langsung di lapangan (*on site*). Pengukuran lapangan dilakukan karena kemungkinan adanya suara dari ruangan sumber yang tidak ditransmisikan melalui elemen pemisah atau biasa disebut dengan *flanking noise* yang nilainya cukup besar. Kondisi dinding partisi yang kemungkinan telah berubah akibat terpengaruh oleh usia ataupun lingkungan juga menjadi pertimbangan kenapa pengukuran langsung di lapangan harus dilakukan[3]. Pada D_{nTw} terdapat faktor penambahan koreksi C_{tr} untuk meningkatkan suara dengan frekuensi rendah seperti suara bising lalu lintas. Semakin besar nilai $D_{nTw}+C_{tr}$, maka semakin besar pula kemampuan suatu partisi untuk meredam airborne noise[2]. Nilai $D_{nTw}+C_{tr}$ yang direkomendasikan untuk ruang studio musik harus lebih besar atau sama dengan 50 dB.

Peningkatan performa insulasi suara pada ruang studio musik dapat dilakukan dengan memilih material insulator yang tepat dengan meninjau jenis, ketebalan, dan banyaknya bahan yang dipakai. Pada penelitian tugas akhir ini, dilakukan simulasi dengan melakukan modifikasi terhadap konfigurasi material insulator pada dinding ruangan untuk mendapatkan kemampuan insulasi suara yang sesuai dengan standar. Hasil dari simulasi diharapkan dapat meningkatkan kemampuan insulasi suara ruangan.

2. DASAR TEORI

2.1. Transmission Loss

Transmission Loss (R) merupakan jumlah dari energi akustik yang tidak dapat di transmisikan oleh partisi bangunan ke dalam ruangan. Nilai ini menggambarkan kualitas partisi bangunan itu sendiri dalam melakukan insulasi suara. Semakin besar nilai R maka semakin besar kemampuan suatu partisi bangunan dalam menginsulasi suara[1][2]. Untuk pengukuran di lapangan (*on-site*), *transmission loss* sendiri dapat digambarkan sebagai *Standardized Level Difference* (D_{nT}). *Standardized level difference* adalah tingkat perbedaan bunyi dalam desibel (dB) yang sesuai dengan nilai waktu dengung di ruang penerima. Persamaan untuk menentukan nilai D_{nT} adalah[4]:

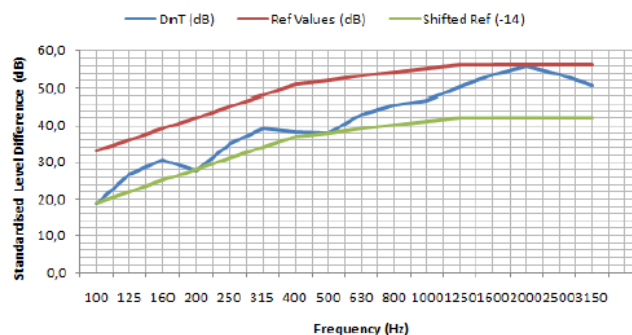
$$D_{nT} = Lp_1 - Lp_2 + 10 \log \frac{RT}{RT_0} \tag{2}$$

Dengan,

- D_{nT} : *Standardized level difference* (dB)
- Lp : tingkat tekanan suara (dB)
- RT : waktu dengung ruangan penerima (s)
- RT_0 : waktu dengung referensi, $RT_0 = 0,5$ s

Menurut peraturan standar eropa EN-ISO 171-1[5], nilai *Transmission Loss* (R, D_{nT}) dapat diubah menjadi suatu nilai tunggal yaitu *weighted standardized level difference* (R_w, D_{nTw}). Nilai R_w didapatkan dari hasil pengukuran di laboratorium, sedangkan D_{nTw} didapatkan dari hasil pengukuran lapangan. Untuk meningkatkan sumber suara berfrekuensi rendah seperti bising lalu lintas, pada R_w dan D_{nTw} terdapat penambahan faktor koreksi (C_{tr}). Kualitas pendengaran untuk partisi dengan variasi nilai R_w+C_{tr} yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai $D_{nTw}+C_{tr}$ yang direkomendasikan untuk ruang studio musik harus lebih besar atau sama dengan 50 dB[6].

Pada penelitian ini digunakan $D_{nTw}+C_{tr}$ karena pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan (*on site*). Nilai D_{nTw} didapatkan melalui pengukuran *standardized level difference* (D_{nT}) pada range frekuensi 100 Hz – 3150 Hz (*1/3 octave band*) dan membandingkan kurva nilai yang sudah didapatkan dengan kurva referensi D_{nTw} . Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai C_{tr} sehingga akan didapatkan nilai $D_{nTw}+C_{tr}$. Nilai dari D_{nTw} dan C_{tr} lalu dijumlahkan dan menjadi sebuah nilai tunggal yaitu $D_{nTw}+C_{tr}$ yang menentukan kemampuan insulasi suara dari dinding ruangan.



Gambar 1 Perbandingan kurva D_{nT} dengan kurva referensi.

Pada proses simulasi, persamaan *transmission loss* ditentukan berdasarkan konfigurasi material insulator

pada dinding partisi yang akan digunakan, yaitu konfigurasi partisi tunggal dan partisi ganda yang dipisahkan dengan rongga udara. Persamaan *transmission loss* untuk dinding dengan konfigurasi partisi panel tunggal (*single panel*) yaitu sebagai berikut[2]:

$$f < f_c : \quad R = 20 \log(mf) - 10 \log \left[\ln \left(\frac{2\pi f}{C_0} \right) \sqrt{A} \right] + 20 \log \left[1 - \left(\frac{f}{f_c} \right)^2 \right] - 42 \quad (4)$$

$$f > f_c : \quad R = 20 \log(mf) + 10 \log \left[2\eta_{tot} \frac{f}{f_c} \right] - 47 \quad (5)$$

$$f_c = \frac{\sqrt{3}c_0^2}{\pi h} \sqrt{\frac{\rho}{Y}} \quad (6)$$

Dengan,

- c_0 : cepat rambat suara di udara (340 m/s)
- f_c : frekuensi kritis (Hz)
- A : luas dinding (m^2)
- η_{tot} : total *loss factor* (N/m^2)
- ρ : massa jenis panel (kg/m^3)
- Y : modulus Young panel (N/m^2)
- h : ketebalan panel (m)

Sedangkan persamaan *transmission loss* untuk dinding dengan konfigurasi partisi panel ganda yang dipisahkan dengan rongga udara (*double panels with cavity*) yaitu sebagai berikut[2]:

$$R = \begin{cases} R_{M1+M2} & f < f_0 \\ R_1 + R_2 + 20 \log(f \cdot d) - 29 & f_0 < f < f_d \\ R_1 + R_2 + 6 & f > f_d \end{cases} \quad (7)$$

$$f_0 = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 \cdot m_2 \cdot d}} \quad (8)$$

$$f_d = \frac{55}{d} \quad (9)$$

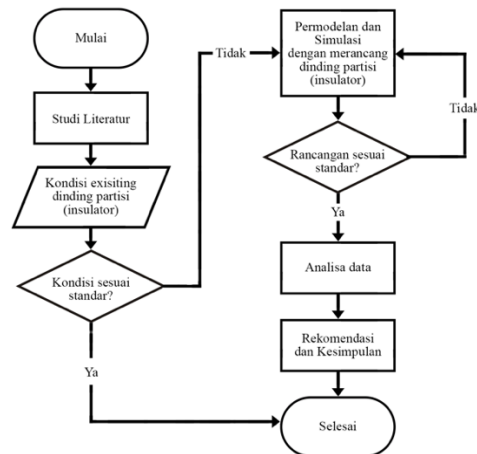
Dengan,

- f : frekuensi (Hz)
- f_0 : frekuensi resonansi rongga udara (Hz)
- f_d : frekuensi resonansi struktural panel (Hz)
- d : jarak antar panel (m)
- m_1 dan m_2 : massa per luasan panel (kg/m^2)
- R_1 dan R_2 : *transmission loss* pada masing-masing material (dB)
- R_{M1+M2} : menandakan jika *transmission loss* harus dihitung

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian

Penelitian dimulai dengan mempelajari literatur, selanjutnya adalah melakukan pengukuran lapangan. Gambar 2 adalah diagram alir tahapan penelitian. Pengukuran data lapangan dilakukan untuk memperoleh parameter sesuai kondisi *existing* ruang studio musik. Dari pengukuran lapangan akan didapatkan nilai $D_{nT_w} + C_{tr}$ yang menggambarkan kemampuan insulasi suara dari ruangan. Jika nilai $D_{nT_w} + C_{tr}$ tidak lebih besar atau sama dengan 50 dB, maka akan dilakukan simulasi dengan merancang ulang konfigurasi material insulator pada dinding ruangan untuk mengetahui pengaruh dari modifikasi parameter model. Hasil simulasi akan dianalisa dan dijadikan rekomendasi untuk ruang studio musik.



Gambar 2 Diagram alir tahapan penelitian

3.2. Lokasi Pengambilan Data

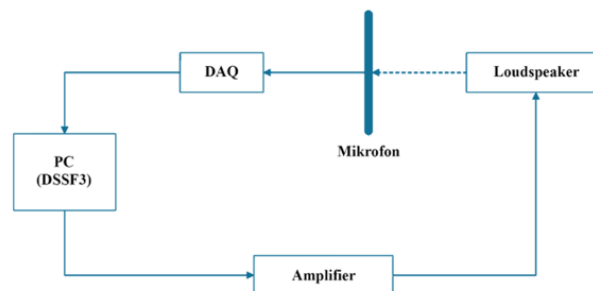
Pengukuran dilakukan di gedung Student Center Universitas Telkom lantai dua, ruang studio UKM Band Universitas Telkom. Ruang studio ini memiliki dimensi 4 x 3,5 x 3,5 meter dengan volume 49 m³. Dimensi untuk tiap dinding ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Dimensi tiap partisi dinding ruangan

Dinding	Luas (m ²)	Ketebalan (cm)
1	12,25	7
2	14	17
3	12,25	20
4	14	10

3.3. Prosedur Pengambilan Data

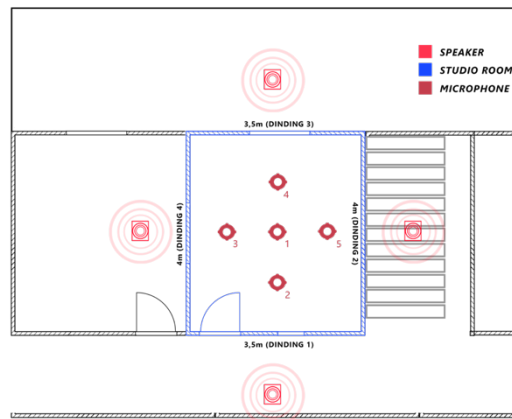
Sumber suara yang telah dihubungkan dengan amplifier akan mengeluarkan suara dalam bentuk *white noise* pada pita 1/3 oktaf dengan rentang frekuensi 100 Hz - 3150 Hz[4]. *White noise* adalah kebisingan acak dengan intensitas yang seragam pada rentang frekuensi yang luas. Sinyal suara yang keluar dari sumber kemudian direkam dengan mikrofon yang telah diletakkan pada titik pengukuran. Hasil rekaman sinyal suara tersebut dimasukkan kedalam perangkat komputer yang telah terinstal *software* DSSF3 Yoshimasa.



Gambar 3 Diagram blok konfigurasi alat ukur

Pengukuran untuk setiap dinding partisi dilakukan secara terpisah. Posisi sumber suara berada di sisi luar dinding partisi yang akan diukur dengan jarak speaker minimal 5 meter dari dinding dan dapat diletakkan dengan jarak kurang dari 5 meter apabila kondisi ruangan tidak memungkinkan. Sedangkan mikrofon diletakkan di dalam ruangan dengan posisi yang sama untuk setiap pengukuran dinding partisi. Jumlah titik pengukuran untuk ruangan dengan volume lebih kecil dari 100 m³ adalah 5 titik dengan jarak minimal antara titik yang bersebelahan adalah 1 meter dan jarak minimal antara mikrofon dengan dinding yang bersebelahan adalah 0,5 meter[4].

Terdapat tiga tahapan dalam proses pengambilan data parameter akustik. Tahapan pertama pengukuran adalah menentukan titik pengukuran. Pada gambar 4 digambarkan letak titik pengukuran pada ruangan tersebut. Pengukuran yang dilakukan disetiap titik adalah untuk mengetahui nilai *Background Noise* dan *Sound Pressure Level* (SPL). Untuk Pengukuran Waktu Dengung (RT) dilakukan hanya dengan menggunakan 1 titik pengukuran yaitu Titik 3 dan posisi sumber suara diletakkan di dalam ruangan yaitu pada Titik 5.



Gambar 4 Denah pemetaan 5 titik pengukuran

Tahapan kedua adalah melakukan pengukuran *Background Noise*. Pengukuran *Background Noise* dilakukan dengan mengukur tingkat tekanan suara di salah satu titik pengukuran. Tahapan ketiga adalah pengukuran respon impuls. Hasil dari pengukuran respon impuls berupa nilai parameter akustik yang dibutuhkan yaitu *Sound Pressure Level* (SPL) dan Waktu Dengung (RT).

Pada proses pengukuran sendiri dapat dilakukan *treatment* terhadap *flanking noise* dengan cara membuat ruangan agar skema pengukuran menjadi *room to room*. Skema *room to room* merupakan kondisi ideal untuk melakukan pengukuran yang dapat meminimalisir adanya *flanking noise*.

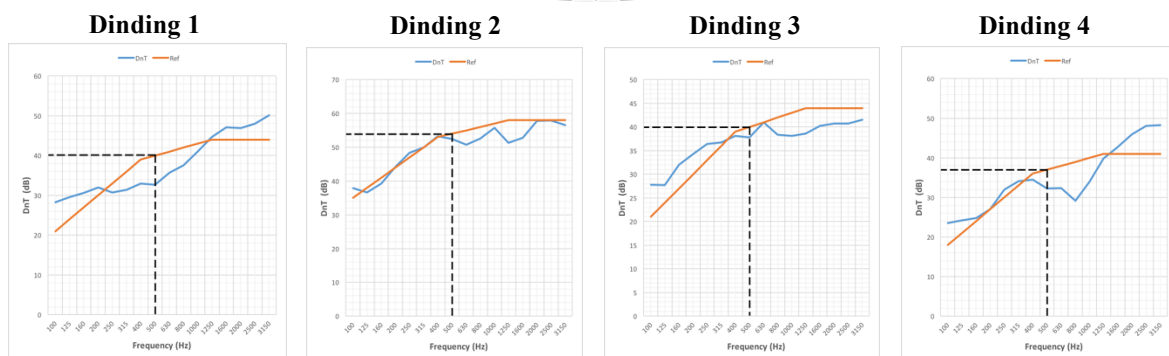
3.4. Evaluasi dan Simulasi

Evaluasi dilakukan dengan cara menghitung nilai *standardized level difference* (D_{nT}). Nilai D_{nT} dapat dihitung menggunakan persamaan sesuai standar EN ISO 140-4[4]. Nilai D_{nT} dihitung pada rentang frekuensi 100 Hz – 3150 Hz (1/3 oktaf band). Setelah didapatkan nilai D_{nT} kemudian nilai tersebut dibandingkan dengan kurva referensi yang diplot pada kurva D_{nT} untuk mendapatkan nilai D_{nTw} . Nilai D_{nTw} didapatkan dengan cara menarik garis vertikal pada frekuensi 500 Hz dan menjadikan nilai D_{nT} pada frekuensi tersebut sebagai nilai D_{nTw} . Setelah itu nilai D_{nTw} dijumlahkan dengan nilai C_{tr} . Nilai $D_{nTw}+C_{tr}$ yang sudah didapat kemudian dibandingkan dengan nilai $D_{nTw}+C_{tr}$ yang sesuai dengan standar. Apabila nilai $D_{nTw}+C_{tr}$ berada dibawah nilai tersebut, maka akan dilakukan simulasi untuk meningkatkan nilai $D_{nTw}+C_{tr}$ hingga didapatkan nilai yang sesuai dengan rekomendasi untuk *room for music*.

4. HASIL DAN ANALISIS

4.1 Data Pengukuran Dinding Existing

Pengukuran akan dilakukan pada setiap dinding ruangan (Dinding 1, 2, 3 dan 4). Gambar 5 menunjukkan kontur D_{nT} setiap dinding ruangan terhadap kurva referensi, sedangkan Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan nilai $D_{nTw}+C_{tr}$ untuk setiap dinding ruangan. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata *Background Noise* ruangan sebesar 53.21 dB dan waktu dengung pada ruangan penerima (RT) untuk seluruh frekuensi yaitu sebesar 1,157 detik. Pada hasil pengukuran lapangan ini sendiri tidak dilakukan *treatment* terhadap adanya *flanking noise*. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan dari peralatan yang digunakan pada proses pengambilan data untuk mengatur lokasi pengukuran agar memiliki skema *room to room* yang dapat meminimalisir adanya *flanking noise*.



Gambar 5 Plot kurva D_{nT} dan kurva referensi pada setiap dinding ruangan

Tabel 2 Nilai $D_{nT}+C_{tr}$ pada setiap dinding ruangan.

Dinding	$D_{nT}+C_{tr}$ (dB)
1	36
2	49
3	38
4	33

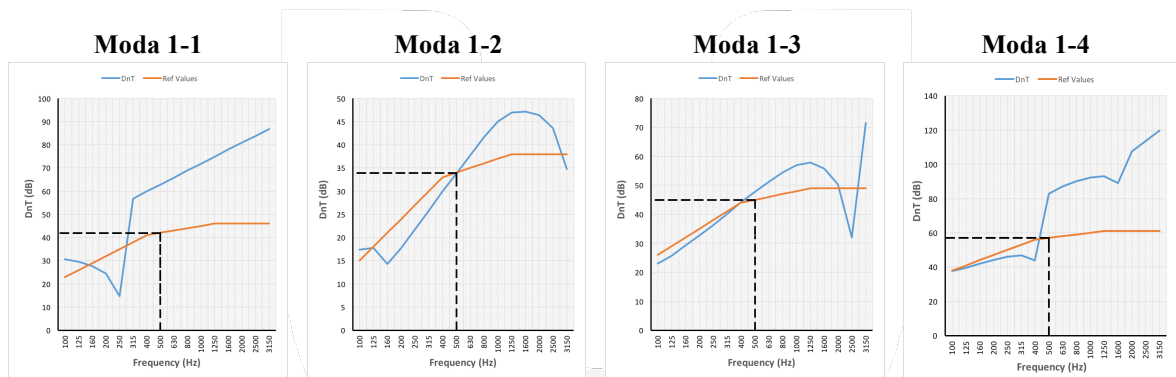
Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai $D_{nT}+C_{tr}$ untuk setiap dinding belum memiliki kemampuan insulasi suara yang sesuai dengan standar untuk *room for music* yaitu 50 dB.

4.2 Simulasi Perancangan Dinding 1

Pada simulasi perancangan Dinding 1, terdapat empat moda yang digunakan yaitu Moda 1-1, Moda 1-2, Moda 1-3 dan Moda 1-4. Tabel 3 menunjukkan keterangan dan hasil simulasi dari tiap moda. Kontur perbandingan kurva D_{nT} terhadap kurva referensi dari hasil simulasi untuk tiap moda dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 3 Hasil simulasi tiap Moda pada Dinding 1

MODA	KONFIGURASI	MATERIAL 1	MATERIAL 2	KETEBALAN 1	KETEBALAN 2	RONGGA UDARA	KETEBALAN TOTAL	$D_{nT}+C_{tr}$
1-1	Single Panel	Concrete	-	-	-	-	7 cm	29 dB
1-2	Double Panels	Gypsum Board	Gypsum Board	1 cm	1 cm	5 cm	7 cm	27 dB
1-3	Double Panels	Cement Board	Cement Board	1 cm	1 cm	5 cm	7 cm	38 dB
1-4	Double Panels	Cement Board	Concrete	1,5 cm	4 cm	10 cm	15,5 cm	51 dB



Gambar 6 Plot kurva D_{nT} dan kurva referensi tiap moda pada simulasi perancangan Dinding 1

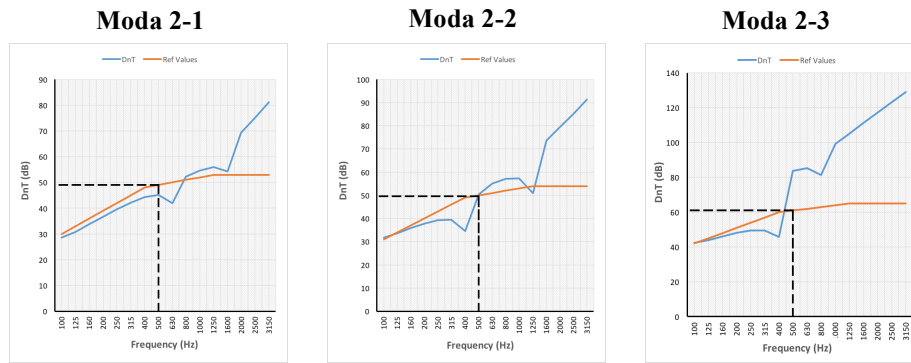
Berdasarkan hasil simulasi perancangan Dinding 1, hasil terbaik yang dtelah memenuhi standar adalah Moda 1-4 dengan nilai $D_{nT}+C_{tr}$ sebesar 51 dB.

4.3 Simulasi Perancangan Dinding 2

Pada simulasi perancangan Dinding 2, terdapat tiga moda yang digunakan yaitu Moda 2-1, Moda 2-2 dan Moda 2-3. Tabel 4 menunjukkan keterangan dan hasil simulasi dari tiap moda. Kontur perbandingan kurva D_{nT} terhadap kurva referensi dari hasil simulasi untuk tiap moda dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 4 Hasil simulasi tiap Moda pada Dinding 5

MODA	KONFIGURASI	MATERIAL 1	MATERIAL 2	KETEBALAN 1	KETEBALAN 2	RONGGA UDARA	KETEBALAN TOTAL	$D_{nT}+C_{tr}$
2-1	Double Panels	Gypsum Board	Gypsum Board	2 cm	5 cm	10 cm	17 cm	43 dB
2-2	Double Panels	Cement Board	Cement Board	2 cm	6 cm	9 cm	17 cm	43 dB
2-3	Double Panels	Cement Board	Concrete	3 cm	4 cm	10 cm	17 cm	53 dB



Gambar 7 Plot kurva D_{nT} dan kurva referensi tiap moda pada simulasi perancangan Dinding 2

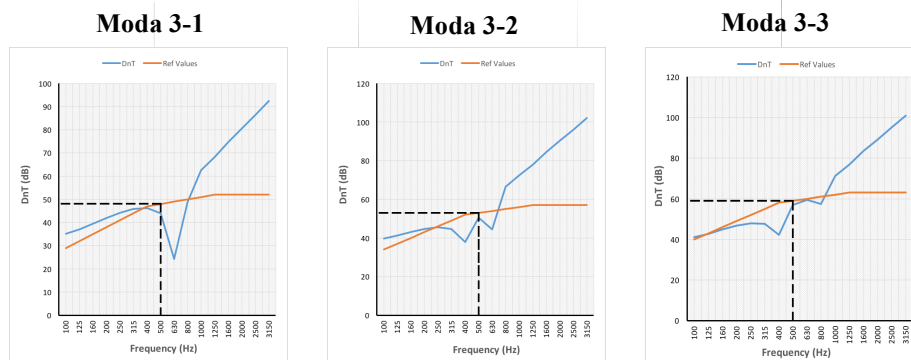
Berdasarkan hasil simulasi perancangan Dinding 2, hasil terbaik yang dtelah memenuhi standar adalah Moda 2-3 dengan nilai $D_{nT} + C_{tr}$ sebesar 53 dB.

4.4 Simulasi Perancangan Dinding 3

Pada simulasi perancangan Dinding 3, terdapat tiga moda yang digunakan yaitu Moda 3-1, Moda 3-2, dan Moda 3-3. Tabel 5 menunjukkan keterangan dan hasil simulasi dari tiap moda. Kontur perbandingan kurva D_{nT} terhadap kurva referensi dari hasil simulasi untuk tiap moda dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 5 Hasil simulasi tiap Moda pada Dinding 3

MODA	KONFIGURASI	MATERIAL 1	MATERIAL 2	KETEBALAN 1	KETEBALAN 2	RONGGA UDARA	KETEBALAN TOTAL	$D_{nT} + C_{tr}$
3-1	Double Panels	Gypsum Board	Gypsum Board	4 cm	6 cm	10 cm	20 cm	35 dB
3-2	Double Panels	Cement Board	Cement Board	4 cm	6 cm	10 cm	20 cm	48 dB
3-3	Double Panels	Gypsum Board	Cement Board	4 cm	6 cm	10 cm	20 cm	52 dB



Gambar 8 Plot kurva D_{nT} dan kurva referensi tiap moda pada simulasi perancangan Dinding 3

Berdasarkan hasil simulasi perancangan Dinding 3, hasil terbaik yang dtelah memenuhi standar adalah Moda 3-3 dengan nilai $D_{nT} + C_{tr}$ sebesar 52 dB.

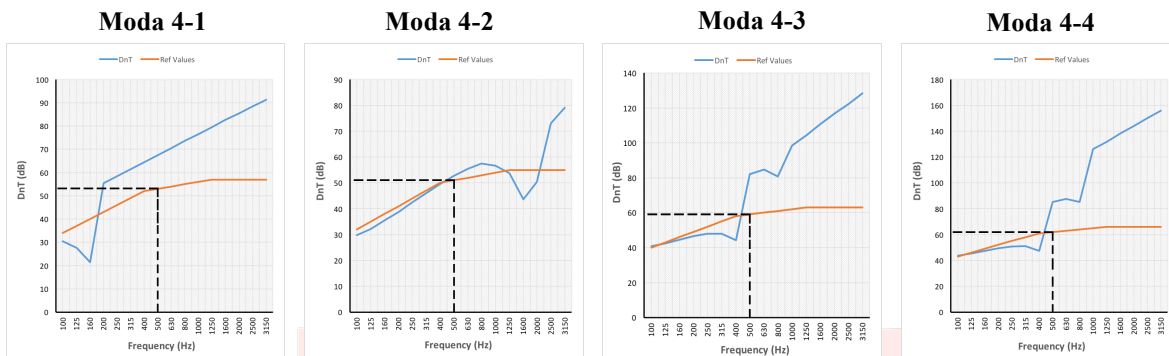
4.5 Simulasi Perancangan Dinding 4

Pada simulasi perancangan Dinding 4, terdapat empat moda yang digunakan yaitu Moda 4-1, Moda 4-2, dan Moda 4-3. Tabel 6 menunjukkan keterangan dan hasil simulasi dari tiap moda. Kontur perbandingan kurva D_{nT} terhadap kurva referensi dari hasil simulasi untuk tiap moda dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 6 Hasil simulasi tiap Moda pada Dinding 7

MODA	KONFIGURASI	MATERIAL 1	MATERIAL 2	KETEBALAN 1	KETEBALAN 2	RONGGA UDARA	KETEBALAN TOTAL	$D_{nT} + C_{tr}$
4-1	Single Panel	Concrete	-	-	-	-	10 cm	39 dB
4-2	Double Panels	Cement Board	Cement Board	1,25 cm	1,5 cm	7,25 cm	10 cm	45 dB

4-3	Double Panels	Cement Board	Concrete	2 cm	4 cm	10 cm	16 cm	52 dB
4-4	Double Panels	Concrete	Concrete	2 cm	4 cm	10 cm	16 cm	55 dB



Gambar 9 Plot kurva D_{nT} dan kurva referensi tiap moda pada simulasi perancangan Dinding 4

Berdasarkan hasil simulasi perancangan Dinding 4, hasil terbaik yang memenuhi standar adalah Moda 4-3 dan Moda 4-4 menghasilkan nilai $D_{nT}+C_{tr}$ masing-masing sebesar 52 dB dan 55 dB .

5. KESIMPULAN

kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan hasil evaluasi kemampuan insulasi suara ruang studio musik Universitas Telkom, nilai $D_{nT}+C_{tr}$ yang dari tiap dinding adalah:
 - 36 dB untuk Dinding 1
 - 49 dB untuk Dinding 2
 - 38 dB untuk Dinding 3
 - 33 dB untuk Dinding 4

Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa kemampuan insulasi suara pada masing-masing dinding pada ruang tersebut belum memenuhi standar *room for music*. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $D_{nT}+C_{tr}$ dari masing-masing dinding yang belum mencapai nilai standar yaitu lebih besar atau sama dengan 50 dB.

2. Setelah dilakukan simulasi perancangan dengan beberapa moda pada tiap dinding ruangan, hasil terbaik yang didapatkan dari tiap dinding adalah:
 - Moda 1-4 untuk Dinding 1 dengan nilai $D_{nT}+C_{tr}$ sebesar 51 dB
 - Moda 2-3 untuk Dinding 2 dengan nilai $D_{nT}+C_{tr}$ sebesar 53 dB
 - Moda 3-3 untuk Dinding 3 dengan nilai $D_{nT}+C_{tr}$ sebesar 52 dB
 - Moda 4-4 untuk Dinding 4 dengan nilai $D_{nT}+C_{tr}$ sebesar 55 dB

Ke empat moda tersebut mampu memenuhi standar kemampuan insulasi suara untuk *room for music*. Hasil dari simulasi sendiri masih mengabaikan nilai waktu dengung dari ruangan. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan metode yang berbeda agar didapatkan nilai waktu dengung yang sesuai dengan standar untuk ruang studio musik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. E. Mediastika, "Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan," p. 48, 2009.
- [2] F. Rachmawati, "Optimasi Kualitas Akustik Room to Room Berdasarkan Nilai Transmission Loss," *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, no. 2, 2013.
- [3] ABCB, *Handbook: Sound Transmission and Insulation in Buildings*. Canberra: Australian Building Codes Board, 2016.
- [4] EN ISO 140-4, "Field Measurement of Airborne Sound Insulation between Rooms," 1998.
- [5] EN ISO 717-1, "Rating of Sound Insulation in Buildings and of Buildings Element," 2013.
- [6] Autex Pty Ltd, "Acoustic Design Guide," 2009.