

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dalam proses penelitian, dapat disimpulkan ke dalam beberapa poin sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran lapangan:
 - Kinerja akustik pada pengukuran lapangan auditorium dalam keadaan kosong menunjukkan beberapa ketidaksesuaian dengan parameter akustik, antara lain pada waktu dengung yang kurang dari standar. Sedangkan untuk nilai C80 dan D50 sudah memiliki nilai yang cukup baik dan sesuai dengan standar. Namun untuk D50 masih dapat ditingkatkan untuk mencapai nilai dengan kategori sangat bagus.
 - Beberapa penyebab hal tersebut dikarenakan adanya ketidaksesuaian desain ruang dengan prinsip ruang akustik yang salah satunya dapat disebabkan oleh pemilihan material serta koefisien absorpsinya yang dapat mempengaruhi nilai waktu dengung.
2. Hasil simulasi i-Simpa
 - Pada simulasi i-Simpa dilakukan pembuatan modelling 3D untuk menggambarkan kondisi eksisting ruang, dengan dilakukannya pengukuran berdasarkan pendekatan dari hasil pengukuran lapangan dengan *Realtime Analyzer*. Pada hasil tersebut, nilai SPL, waktu dengung dan C80 masih belum sesuai dengan standar, sedangkan nilai D50 sudah sesuai dengan standar dan termasuk dalam kategori sangat bagus.
 - Hal tersebut dipengaruhi oleh perubahan koefisien absorpsi setiap material yang berdampak pada perubahan nilai serta grafik yang dihasilkan. Untuk itu perlu adanya analisis lebih lanjut untuk mendapatkan nilai D50 yang lebih mendekati hasil dari pengukuran lapangan.
3. Hasil Perbaikan desain simulasi i-Simpa
 - Perbaikan desain dilakukan dengan menggunakan modelling dasar yang sebelumnya telah dibuat, dengan mengganti koefisien absorpsi

dari beberapa materialnya. Dari situ diketahui bahwa, untuk mendapatkan nilai waktu dengung yang lebih panjang, perlu adanya pengurangan atau pergantian material yang memiliki koefisien absorpsi tinggi.

- Dilakukan penggantian material pada area panggung, yang sebelumnya menggunakan gypsum, diganti menjadi material plaster board frame dengan rongga 100 mm. Selain itu, material pada area belakang ruangan yang berfungsi sebagai ruang audio, sebelumnya menggunakan yumen acoustic board dan diganti menjadi material panel diffuser.
- Selain itu, pada plafon auditorium yang merupakan kisi, juga diganti menjadi material kaca, sehingga dapat memberikan pantulan suara lebih besar.
- Material eksisting dengan material yang baru, memiliki perbedaan nilai koefisien absorpsi yang cukup signifikan, sehingga sangat berpengaruh dalam mencapai nilai waktu dengung ruang.

5.2. Saran

Dalam melakukan penelitian, disadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam melakukan simulasi serta perbaikan desain ruang auditorium tersebut. Untuk itu, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai acuan dan bahan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut:

- Dalam pembuatan model diperlukan *modelling* yang sederhana dengan 1 lapisan tanpa adanya ketebalan.
- Diperlukannya data objek studi yang lebih detail terkait konstruksi dan material yang digunakan terutama pada bagian dalam ruangan, untuk mempermudah dalam melakukan klasifikasi material serta untuk mendapatkan nilai koefisien absorpsi yang lebih akurat.
- Untuk persebaran suara yang lebih merata, dapat juga diatur dari sistem tata suara dengan menambahkan speaker yang digantung pada bagian tengah ruangan.
- Strategi perbaikan desain juga dapat dibuat ke dalam beberapa alternatif desain agar dapat dibandingkan alternatif mana yang dapat menghasilkan nilai yang paling optimal untuk ruangan tersebut.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Brosur Material akustik



Optistep™ W

PRODUCT OVERVIEW

Optistep™ W is a lightweight, sound-absorbing, fire-rated wall panel. It is designed to be used in a variety of applications, including commercial, residential, and institutional settings. The panel is made of a fiberglass core with a decorative surface finish. It is available in a variety of colors and patterns, and can be printed with custom images. The panel is easy to install and maintain, and is a great choice for anyone looking to improve the acoustics of their space.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Thickness	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
1"	0.19	0.44	0.93	1.09	1.08	1.08	0.85
2"	0.37	0.84	1.27	1.24	1.17	1.14	1.15

Tone Tiles® White Paintable Acoustical Panels

The Acoustic First Tone Tiles® are white acoustical wall panels with a soft textured appearance. Their easy-to-handle sizes provide installers the flexibility to mount acoustical panels around existing objects. In addition to reducing noise and reverberation, these acoustical panels are used to create unique designs and patterns. The glass fiber core is faced with a paintable covering. This allows you to match or complement existing wall colors by applying a light coat of flat or matte spray paint. To customize the look even further, many local printing companies now have the capability to produce an image directly to the face of these panels.

- Quick & Easy acoustical solution
- Soft, drywall texture appearance
- Paintable & Printable finish
- Print images on panel face at your local printer
- Make it an art project and stencil on your own images

Sound Absorption Coefficients per ASTM C423							
Thickness	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
1"	0.19	0.44	0.93	1.09	1.08	1.08	0.85
2"	0.37	0.84	1.27	1.24	1.17	1.14	1.15

Lampiran 2: Tabel Koefisien Absorpsi

No	MATERIAL	KOEFSIEN SERAPAN BUNYI						NRC
		125	250	500	1000	2000	4000	
DINDING								
Pemantul Bunyi								
1	Batubata, tak diglasir	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05
2	Batubata, tak diglasir, dicat	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0
3	Beton kasar	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,05
4	Blok beton, dicat	0,10	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,05
5	Kaca, berat (lebar)	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,05
6	Kaca, jendela biasa	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,15
7	Papan gypsum, tebal ½" (dipaku pada rangka ¾" tiap jarak 16" as ke as)	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09	0,05
Penyerap bunyi								
19	Blok beton, kasar	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25	0,35
20	Tirai ringan 10 oz/yard ² , rata pada dinding (Catatan: menjadi pemantul pada sebagian besar frekuensi)	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35	0,15
21	Tirai berbobot sedang, 14 oz/yard ² (dilipat-lipat hingga setengah area - dengan demikian, maka 2,00 meter tirai = 1,00 meter dinding)	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60	0,55
Penyerap bunyi								
33	Karpet berat di atas beton	0,02	0,06	0,14	0,37	0,60	0,65	0,30
34	Karpet berat di atas karet busa	0,08	0,24	0,57	0,69	0,71	0,73	0,55

MATERIAL / OBJEK	KOEFSIEN ABSORPSI (α)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
YUMEN ACOUSTIC BOARD						
• Tebal 2,5 cm ditempel pada dinding dengan celah 5 cm dengan rangka metal furing	0,59	0,57	0,28	0,38	0,43	0,44
• Tebal 1,5 cm ditempel pada plafond dengan celah 20 cm dengan rangka metal furing	0,61	0,51	0,26	0,33	0,36	0,34

MATERIAL / OBJEK	KOEFSIEN ABSORBSI (α)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
ACOUSTILE, permukaan mengkilap dan ubin tanah struktur berongga, permukaan perforasi, terdapat lapisan fiberglass di bawahnya, tebal 4 inch, kerapatan 1 lb/ft ²	0.26	0.57	0.63	0.96	0.44	0.56
ACOUSTICAL TILE, tebal 3/4 inch, digantung dengan jarak 16 inch.	0.76	0.93	0.83	0.99	0.99	0.94
ROOFING FELT, aspal, 2 lapis, 0.8 lb/ft ² , digantung, celah udara 10 inch	0.50	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10
BETON	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
PAPAN GIPSUM, tebal 3/8 inch	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
PLASTER GYPSUM ATAU KAPUR di atas landasan	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03
MUTIPLEX, tebal 2 1/8 inch	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
FIBERBOARD, dengan tekstur serat kayu, tebal 2 inch, digantung dengan jarak 16 inch	0.59	0.51	0.53	0.73	0.88	0.74
BAHAN POROUS, tebal 2 inch, atau bahan tipis, dengan celah udara 1 inch.	0.38	0.60	0.78	0.80	0.78	0.70
SPRAY SERAT CELLULOSE, tebal 1 inch, di atas beton	0.08	0.29	0.75	0.98	0.93	0.76

MATERIAL / OBJEK	KOEFSIEN ABSORBSI (α)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
PASIR						
Pasir (tajam), kering, tebal 4 inch	0.15	0.35	0.40	0.50	0.55	0.80
Pasir (tajam), kering, tebal 12 inch	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.75
Dicampur air dengan jumlah (14 lb/ft ³), tebal 4 inch	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.15
PELAPIS KAYU MENGIKILAP (MELANIN)						
Tebal 7/16 inch, pada kaso berukuran 2 inch x 3 inch, dengan jarak antarkaso 16 inch	0.11	-	0.12	-	0.10	-
DINDING RINGAN						
Plasterboard pada rangka, airspace 18 mm dengan glasswool	0.30	0.20	0.15	0.05	0.05	0.1
Plasterboard pada frame, 100 mm airspace	0.30	0.12	0.08	0.06	0.06	0.05
Plasterboard pada frame, 100 mm airspace dengan glasswool	0.08	0.11	0.05	0.03	0.02	0.1
Plasterboard pada rangka 50 mm	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.08
Plasterboard pada rangka 25 mm	0.31	0.33	0.14	0.10	0.10	0.08
2x plasterboard pada rangka, 50 mm airspace berisi mineral wool	0.15	0.10	0.06	0.04	0.04	0.05
Plasterboard pada partisi cellular core	0.15	0.00	0.07	0.00	0.04	0.05
Plasterboard pada frame dengan rongga 100 mm	0.08	0.11	0.05	0.03	0.02	0.10
Plasterboard pada frame dengan rongga 100 mm dengan mineral wool	0.30	0.12	0.08	0.06	0.06	0.05

Lampiran 3: Tabel Hasil Pengukuran *Realtime Analyzer* SPL

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	49,5	39,43	52,73	39,91	52,04	40,59	52,25	40,91	49,29	38,98	45,563
250	54,87	50,9	57,38	48,77	56,09	49,13	54,06	47,64	55,79	49,07	52,37
500	54,68	51,72	53,42	51,52	52,57	50,4	52,69	50,54	52,72	51,97	52,223
1000	52,92	52,96	52,2	54,71	52,19	54,05	53,89	54,89	53,1	53,51	53,442
2000	61,76	63,48	61,99	62,04	60,01	61,43	60,6	63,51	61,45	62,36	61,863
4000	58,04	61,14	59,12	61,61	57,34	59,69	59,69	62,54	56,93	60,76	59,686
	55,295	53,2717	56,14	53,0933	55,04	52,5483	55,53	53,3383	54,88	52,775	54,191167

EDT

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	0,594	0,546	0,355	0,373	0,922	1,187	0,813	0,377	0,627	0,452	0,6246
250	0,965	0,573	0,405	0,824	0,943	1,19	0,972	0,656	0,677	0,77	0,7975
500	0,958	0,917	0,632	0,893	0,96	0,753	0,721	0,848	0,693	0,393	0,7768
1000	1,126	0,665	0,748	0,37	0,926	0,656	0,684	0,649	0,66	0,415	0,6899
2000	0,821	0,764	0,706	0,57	0,784	0,701	0,727	0,591	0,733	0,521	0,6918
4000	0,831	0,757	0,77	0,728	0,816	0,756	0,606	0,548	0,707	0,543	0,7062
	0,8825	0,7037	0,6027	0,6263	0,8918	0,8738	0,7538	0,6115	0,6828	0,5157	0,714467

C80

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	0,19	5,59	7,74	4,42	-4,69	-5,32	0,84	7,98	5,13	6,85	2,873
250	-0,45	4,98	8,65	0,7	1,77	-3,37	-2,5	3,67	0,02	2,27	1,574
500	-0,59	-0,98	5,3	2,71	-1,75	-1,72	1,49	1,74	-1,97	6,97	1,12
1000	-1,9	2,87	3,08	7	-3,57	-0,76	2,17	4,94	2,27	6,45	2,255
2000	1,27	3,51	4,45	4,76	-0,77	-0,32	1,37	4,75	0,1	5,21	2,433
4000	-0,37	3,07	5,33	5,22	-0,5	-0,53	4,75	6,75	0,49	5,39	2,96
	-0,3083	3,1733	5,7583	4,135	-1,585	-2,0033	1,3533	4,9717	1,0067	5,5233	2,2025

D50

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	32,29	70,79	73,95	67,3	7,1	10,93	16,23	67,36	41,03	65,66	45,264
250	19,76	54,23	70,62	40,05	3,5	5,32	30,96	57,68	11,45	38,32	33,189
500	22,45	25,33	67,36	64,03	9,33	6,25	27,97	51,99	13,96	68,58	35,725
1000	19,86	45,57	52,14	77,83	11,13	21,75	22,79	65,88	22,95	67,98	40,788
2000	41,91	47,64	65,76	60,25	9,91	23,43	29,85	66,24	19,83	46,42	41,124
4000	29,48	49,92	61,86	65,12	20	12,48	44,92	74,06	10,15	58,67	42,666
	27,625	48,9133	65,2817	62,43	10,1617	13,36	28,7867	63,8683	19,895	57,605	39,792667

Lampiran 4: Tabel Hasil Pengukuran i-Simpa
SPL

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	29,7	31,4	30,9	30,2	29,8	30	29,6	29,7	30,6	30	30,19
250	33,7	34,4	34,5	33,6	33,1	33,8	33,7	34,1	33,8	33,5	33,82
500	34,8	36,3	36,6	35,4	35	35,5	35,8	35,9	35,2	34,5	35,5
1000	38,5	40,5	40,4	39	38,5	38,9	39,7	39,4	38,8	38,4	39,21
2000	42,4	43,2	43,4	42,5	42	42,2	42,9	42,8	42,3	42,3	42,6
4000	45,3	46,8	46,5	45,4	45,7	45,8	46,1	46,2	45,6	45,5	45,89
	37,4	38,7667	38,7167	37,6833	37,35	37,7	37,9667	38,0167	37,7167	37,3667	37,868333

EDT

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	0,84	0,71	0,74	0,84	0,72	0,67	0,66	0,69	0,65	0,76	0,728
250	0,98	0,88	0,83	0,88	0,98	0,74	0,8	0,9	0,81	0,8	0,86
500	0,78	0,68	0,8	0,66	0,68	0,67	0,66	0,8	0,61	0,65	0,699
1000	0,77	0,69	0,66	0,71	0,7	0,69	0,62	0,68	0,63	0,67	0,682
2000	0,81	0,71	0,75	0,66	0,71	0,65	0,67	0,79	0,65	0,71	0,711
4000	0,8	0,74	0,75	0,81	0,76	0,67	0,66	0,71	0,65	0,78	0,733
	0,83	0,735	0,755	0,76	0,7583	0,6817	0,6783	0,7617	0,6667	0,7283	0,7355

C80

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	4,5	5,6	5,1	3,8	6,3	6,1	5,6	6,3	7,8	6,4	5,75
250	3,3	4,7	4,3	4,7	4,4	5,3	4,7	4	5,2	6,4	4,7
500	4,7	5,9	4,7	6,5	7,5	5,3	5,2	6,3	8,9	8,1	6,31
1000	5	6,1	5,7	7,3	6,5	4,9	6,9	7	8,7	6,8	6,49
2000	5	5,2	5,2	7	5,4	5,4	5,8	5,6	7,6	6,8	5,9
4000	4,3	5,9	4	4,9	5,5	5,2	5,6	5,9	7,7	5,6	5,46
	4,46667	5,56667	4,83333	5,7	5,93333	5,36667	5,63333	5,85	7,65	6,68333	5,7683333

D50

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	74,5	72,8	69,3	67,7	68,4	51,8	57	71,1	64,8	59,3	65,67
250	64	70,5	68,4	69,1	61,1	53,4	50,7	64,1	49,4	58,6	60,93
500	71,8	76,3	66,4	76,7	75,6	51,6	60,5	74,7	63,4	57,7	67,47
1000	70	73,8	70,1	75,6	68,8	51,2	53,6	77,6	62,5	62,6	66,58
2000	68,8	71,4	67,8	73,1	66,6	48,9	56,3	70,4	55,7	55,9	63,49
4000	65,5	73,2	63,4	68,9	65,2	56,2	53,7	67,7	58,5	53,7	62,6
	69,1	73	67,5667	71,85	67,6167	52,1833	55,3	70,9333	59,05	57,9667	64,456667

Lampiran 5: Tabel Hasil Simulasi Perbaikan

SPL

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	32,3	33,2	33,6	32,7	32,6	32,6	33	32,8	33,2	32,7	32,87
250	35,3	36,1	36,1	34,9	35,5	35,5	35,7	35,7	35,9	35,6	35,63
500	37,6	38,3	38,5	37,7	37	37	37,7	37,8	38,1	37,8	37,75
1000	40,6	41,8	42	40,6	40,4	40,4	41,5	41,1	40,9	41	41,03
2000	42,9	44,8	44,8	43,6	43,9	43,9	44,1	44,3	43,7	43,6	43,96
4000	45,9	47,9	47,7	46,3	46,3	46,3	46,8	46,8	47	46,6	46,76
	39,1	40,35	40,45	39,3	39,2833	39,2833	39,8	39,75	39,8	39,55	39,666667

EDT

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	1,79	1,51	2,09	1,94	2,01	1,74	1,6	1,76	1,59	1,6	1,763
250	1,64	1,73	1,51	1,66	1,72	1,515	1,44	1,51	1,35	1,52	1,5595
500	1,55	1,29	1,51	1,17	1,54	1,26	1,26	1,49	1,28	1,35	1,37
1000	1,34	1,12	1,14	1,3	1,26	1,46	1,1	1,36	1,01	1,01	1,21
2000	1,14	1,11	0,97	1,17	1,22	1,05	0,94	1,02	0,94	0,99	1,055
4000	1,02	0,95	0,99	1,07	1,14	0,87	0,84	1,07	0,92	1	0,987
	1,41333	1,285	1,36833	1,385	1,48167	1,31583	1,19667	1,36833	1,18167	1,245	1,3240833

C80

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	0	1,5	1,1	0,2	0,8	0,8	1,9	0,5	2,6	2,7	1,21
250	0,6	1,3	2,1	1	1,3	1,3	2,4	2,1	3,1	2,9	1,81
500	0,5	1,8	2,4	2,4	1,9	1,9	2,8	2,1	4,2	3,4	2,34
1000	1,5	2,7	2,2	2,3	3,6	3,6	3,2	2,8	6	5,2	3,31
2000	3,1	3	3,2	2,9	3,5	3,5	4,2	4	5,3	5,1	3,78
4000	3	3,3	3	3,4	3,5	3,5	3,6	3,7	5,5	4,2	3,67
	1,45	2,26667	2,33333	2,03333	2,43333	2,43333	3,01667	2,53333	4,45	3,91667	2,6866667

D50

Frekuensi	TITIK UKUR										RATA RATA
	A1	B2	C1	D2	E1	F2	G1	H2	I1	J2	
125	46,4	52,9	50,9	46,4	42	42	39,9	42,2	43,5	44,2	45,04
250	51,2	51,2	54,6	51	45,8	45,8	40,5	53	44,1	44	48,12
500	50,6	56,7	57,7	59,2	50,9	50,9	45,6	53,4	51,8	48,9	52,57
1000	52,9	56,8	53,8	56,8	55,3	55,3	40,1	53,5	57,4	54,3	53,62
2000	60,9	59	59	60,6	54,1	54,1	46,2	61,1	52,3	51,7	55,9
4000	63,3	60,7	58,4	62,3	52,1	52,1	44,4	59,1	52,4	49,8	55,46
	54,217	56,217	55,733	56,05	50,033	50,033	42,783	53,717	50,25	48,817	51,785