

## ANALISIS PENCERAHAN BUATAN DAN WAKTU DENGUNG PADA MASJID AL-BAYAN INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Mohammad Zaky Zidan <sup>1)</sup>

1) Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Indonesia

E-mail: [zidan1208@gmail.com](mailto:zidan1208@gmail.com)

### Abstrak

*Masjid Al-Bayan Institut Teknologi Indonesia sebagai tempat ibadah dan aktivitas keagamaan memerlukan kenyamanan visual dan akustik yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pencahayaan buatan dan waktu dengung (reverberation time) pada ruang utama masjid. Metode perhitungan pencahayaan dilakukan berdasarkan standar iluminasi 200 Lux, dengan mempertimbangkan indeks ruang, efisiensi penerangan, dan faktor depresiasi. Hasil perhitungan menunjukkan diperlukan 11 armatur lampu (menggunakan 2 lampu TLD/84-HF 50W per armatur) untuk mencapai iluminasi yang sesuai. Sementara itu, analisis akustik dilakukan dengan menghitung waktu dengung pada frekuensi 125 Hz hingga 4000 Hz berdasarkan koefisien penyerapan material yang ada. Hasil perhitungan waktu dengung (RT) bervariasi, yaitu  $RT_{125} = 2,4$  s,  $RT_{250} = 3,3$  s,  $RT_{500} = 4,54$  s,  $RT_{1000} = 0,48$  s,  $RT_{2000} = 0,17$  s, dan  $RT_{4000} = 0,06$  s. Hasil ini mengindikasikan bahwa kondisi akustik ruang utama masjid pada frekuensi menengah (500 Hz) memiliki waktu dengung yang cukup panjang, yang berpotensi mengurangi kejelasan suara. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem pencahayaan buatan telah memenuhi standar, namun diperlukan evaluasi lebih lanjut dan perbaikan desain akustik untuk mengoptimalkan kenyamanan beribadah, khususnya pada frekuensi menengah.*

**Kata kunci:** Pencahayaan Buatan, Waktu Dengung, Akustik, Masjid, Kenyamanan Bangunan.

### Pendahuluan

Masjid sebagai tempat ibadah umat Islam tidak hanya berfungsi secara spiritual, tetapi juga harus memenuhi aspek kenyamanan fisik bagi penggunanya. Dua aspek kenyamanan fisik yang krusial adalah pencahayaan dan akustik [1]. Pencahayaan yang memadai penting untuk menunjang aktivitas membaca dan kekhusyukan beribadah, sementara kondisi akustik yang baik, yang ditandai dengan waktu dengung yang optimal, sangat menentukan kejelasan dan kualitas suara khotbah, azan, serta bacaan Al-Qur'an [2].

Masjid Al-Bayan di Institut Teknologi Indonesia menjadi objek studi untuk mengevaluasi kedua aspek tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Menghitung kebutuhan titik cahaya buatan untuk mencapai intensitas pencahayaan standar 200 Lux pada ruang utama masjid, dan (2) Menganalisis karakteristik akustik ruangan dengan menghitung waktu dengung pada berbagai pita frekuensi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan untuk menciptakan lingkungan beribadah yang lebih nyaman.

### Studi Pustaka

Kenyamanan fisik dalam ruang ibadah seperti masjid ditentukan oleh dua aspek fundamental, yaitu pencahayaan dan akustik. Perencanaan pencahayaan buatan yang baik harus mempertimbangkan pencapaian tingkat iluminasi (Lux) yang sesuai dengan fungsi ruang melalui perhitungan lumen yang memadai [3]. Faktor-faktor seperti dimensi ruang, reflektansi permukaan, dan faktor depresiasi cahaya menjadi pertimbangan utama dalam perhitungan sistem pencahayaan [4]. Di sisi lain, aspek akustik ruangan tidak kalah pentingnya, dimana waktu dengung (Reverberation Time/RT) menjadi parameter kunci yang didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan intensitas suara untuk meluruh sebesar 60 dB setelah sumber suara dihentikan [5]. Untuk ruang ibadah yang mengutamakan kejelasan ucapan seperti masjid, waktu dengung yang optimal menjadi kriteria esensial karena waktu dengung yang terlalu panjang dapat mengakibatkan pengaburan kata-kata (reduced speech intelligibility), sementara waktu dengung yang terlalu pendek dapat membuat suara terasa kering dan tidak hidup [2, 6]. Penelitian sebelumnya oleh Ismail (2013) mengkonfirmasi pengaruh signifikan desain interior terhadap kejelasan suara dalam masjid [2], sementara studi Koenisih (2014) secara khusus mengkaji karakteristik akustik pada bangunan masjid

[6]. Perhitungan waktu dengung umumnya mengacu pada Rumus Sabine yang mempertimbangkan volume ruang dan total penyerapan akustik [5], dimana pemilihan material dengan koefisien penyerapan yang tepat menjadi faktor penentu dalam menciptakan lingkungan akustik yang optimal untuk mendukung kekhusyukan beribadah.

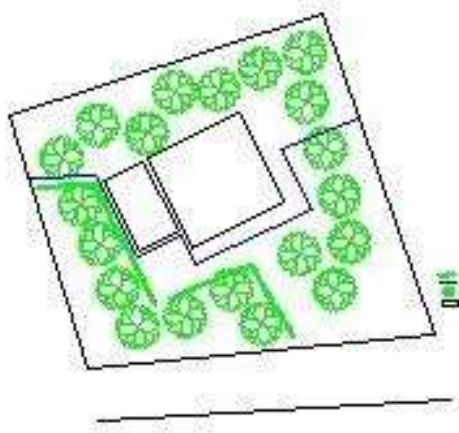
### Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui metode simulasi perhitungan standar teknik arsitektur, dengan objek studi utama berupa ruang utama Masjid Al-Bayan Institut Teknologi Indonesia yang memiliki dimensi 16,8 m × 16,8 m dan tinggi 4 m. Pada aspek pencahayaan, analisis diawali dengan pengumpulan data dimensional ruang dan reflektansi material permukaan (dinding, plafon, lantai), dilanjutkan dengan perhitungan kebutuhan pencahayaan buatan berdasarkan standar iluminasi 200 Lux. Metode perhitungan yang diterapkan adalah metode lumen, yang melibatkan penentuan indeks ruang (K), faktor utilisasi ( $\eta$ ), dan faktor depresiasi (d), dimana jumlah armatur lampu ditentukan menggunakan formulasi  $N = \frac{E \times A}{\Phi_{arm} \times \eta \times d}$  dan  $N = \frac{\Phi_{arm} \times \eta \times d}{E \times A}$ . Sementara itu, evaluasi aspek akustik dimulai dengan inventarisasi material penyusun ruang beserta koefisien penyerapan bunyinya pada pita frekuensi 125 Hz hingga 4000 Hz. Data tersebut kemudian diolah untuk menghitung total penyerapan akustik (A) setiap frekuensi, yang selanjutnya menjadi dasar perhitungan waktu dengung menggunakan modifikasi Rumus Sabine  $RT = \frac{0.16 \times V}{A + (m \times V)}$  dan  $RT = \frac{A + (m \times V)}{0.16 \times V}$  yang telah mengakomodasi pengaruh penyerapan udara (air absorption). Dengan demikian, metodologi yang diterapkan memungkinkan evaluasi komprehensif terhadap performa visual dan akustik ruang utama masjid secara terintegrasi.

### Hasil dan Pembahasan

#### Pencahayaan Buatan

Fungsi Bangunan Adalah Masjid Al-Bayan



Gambar 1. Site Masjid Al-Bayan  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

Ukuran Dimensi :

Panjang: 16,8 m

Lebar : 16,8 m

Luas : 282 m<sup>2</sup>

$$K = \frac{P \times L}{h(p+l)}$$

$$K = \frac{16,8 \times 16,8}{4(16,8 \times 16,8)}$$

Keadaan Ruang:

Warna Dinding : Putih Sedang

Lantai : Keramik

Plafon : Putih Muda

$$K = \frac{282,24}{134,4}$$

= 2,1 (Indeks Ruangan)

#### Interpolasi

$$R_w = 0,3$$

$$R_p = 0,5 \rightarrow 0,57$$

$$K = 2$$

$$R_w = 0,3$$

$$R_p = 0,5 \rightarrow 0,60$$

$$K = 2,5$$

$$\frac{90}{72} \times 0,576 = 0,72 \text{ (Efisiensi Penerangan)}$$

Intensitas Pencahayaan Masjid 200 Lux

1 Arm = 2 Buah Lampu

**Menggunakan Lampu TLD/84-HF Daya 50w**

$$N = \frac{E \times A}{\Phi_{arm} \times \eta \times d}$$

$$E = 200 \text{ Lux}$$

$$A = \text{Luas bidang Kerja} = 16,8 \times 16,8 = 282 \text{ m}^2$$

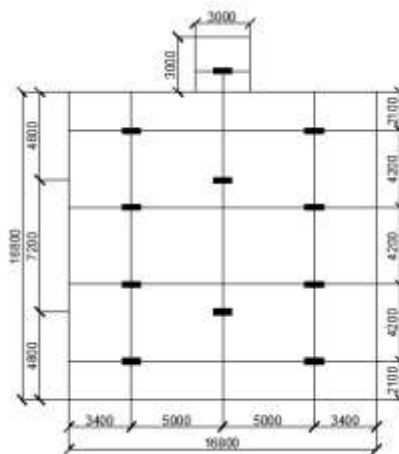
$$\Phi_{arm} = \text{Fluks arm} = 2 \times 5200 = 10,400$$

$$n = 0,72$$

$$d = 0,70 \text{ (Pengotoran Ringan dengan Masa pemeliharaan 3 Tahun)}$$

$$\text{Jumlah Titik lampu} = \frac{200 \times 282}{10400 \times 0,72 \times 0,7} = \frac{56400}{5241,6} = 10,76007$$

Jadi Jumlah Titik Lampu = 11 Buah arm



Gambar 2. Rekomendasi Rencana Titik Lampu  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

#### **Akustik & Bising**

Bangunan yang dihitung waktu dengungnya adalah Masjid Al-Bayan. Ruangan ini memiliki fungsi sebagai tempat ibadah. Ruangan ini memiliki dimensi 16,8m x 16,8m dengan luas 282,24

m<sup>2</sup>. Berikut tabel dari material, luasan, dan efisiensi penyerapan untuk frekuensi 125, 250, 500, 1000, 2000, dan 4000, serta total efisiensi penyerapan total dari frekuensi-frekuensi tersebut.

**Tabel 1. Material dengan Luas dan Efisiensi Penyerapannya**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

ELEMEN	BAHAN	LUAS (A)	125		250		500		1000		2000		4000	
			$\alpha_{125}$	$\alpha_s$	$\alpha_{250}$	$\alpha_s$	$\alpha_{500}$	$\alpha_s$	$\alpha_{1000}$	$\alpha_s$	$\alpha_{2000}$	$\alpha_s$	$\alpha_{4000}$	$\alpha_s$
Dinding	Bata Plester	220,8 m <sup>2</sup>	0,013	2,870	0,050	11,040	0,020	4,416	0,030	6,624	0,040	8,832	0,050	11,040
Jendela	Kaca	16 m <sup>2</sup>	0,350	5,600	0,250	4,000	0,180	2,880	0,120	1,920	0,700	11,200	0,040	0,640
Plafon	GRC	143 m <sup>2</sup>	0,300	42,900	0,150	21,450	0,100	14,300	0,050	7,150	0,040	5,720	0,050	7,150
	Kayu	139,24 m <sup>2</sup>	0,150	20,886	0,110	15,316	0,100	13,924	0,070	9,747	0,060	8,354	0,070	9,747
Lantai	Keramik	282,24 m <sup>2</sup>	0,010	2,822	0,010	2,822	0,015	4,234	0,020	5,645	0,020	5,645	0,020	5,645
<b><math>\Sigma \alpha_s</math></b>			75,079		54,629		39,754		31,086		39,751		34,222	

Berdasarkan hasil perhitungan, bangunan ini memiliki volume 1128,96m<sup>3</sup>. Berikut tabel koefisien penyerapan udara untuk frekuensi 125, 250, 500, 1000, 2000, dan 4000, serta hasil perkalian dari volume dengan koefisien penyerapan udara.

**Tabel 2. Koefisien Penyerapan Udara dan Perkaliannya dengan Volume**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

Volume						1128,96 m <sup>3</sup>					
$X_{125}$	$XV_{125}$	$X_{250}$	$XV_{250}$	$X_{500}$	$XV_{500}$	$X_{1000}$	$XV_{1000}$	$X_{2000}$	$XV_{2000}$	$X_{4000}$	$XV_{4000}$
0	0	0	0	0	0	0,3	338,68	0,9	1016,06	2,4	2709,5

#### Hasil Perhitungan Waktu Dengung

Berikut hasil perhitungan waktu dengung Masjid Al-Bayan, dengan volume ruang 1128,96 m<sup>3</sup> dengan menggunakan rumus:

$$RT = \frac{0,16 \times V}{V + XV}$$

Dimana: A:  $\Sigma \alpha_s$  = Efisiensi Penyerapan Total

X: Koefisien Penyerapan Udara

V: Volume Ruang

**Tabel 3. Waktu Dengung**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

RT	Hitungan
RT125	2,4 s
RT250	3,3 s
RT500	4,54 s
RT100	0,48 s
0	
RT200	0,17 s
0	
RT400	0,06 s
0	

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pencahayaan buatan pada Masjid Al-Bayan ITI telah memadai, namun kondisi akustiknya memerlukan intervensi segera. Dari aspek pencahayaan, perhitungan metode lumen yang akurat menghasilkan kebutuhan 11 armatur lampu (menggunakan lampu TLD/84-HF 50W) untuk mencapai intensitas pencahayaan 200 Lux, yang telah memenuhi standar iluminasi minimum untuk aktivitas ibadah. Namun, dari aspek akustik, kondisi waktu dengung (reverberation time) ruang utama masjid belum ideal untuk menunjang kejelasan suara (speech intelligibility) yang merupakan kebutuhan utama dalam ibadah.

Teridentifikasi adanya "lubang resonansi" pada frekuensi 500 Hz dengan waktu dengung mencapai 4,54 detik—nilai yang jauh melampaui standar optimal untuk ruang ibadah—yang dapat menyebabkan tumpang-tindihnya ucapan (speech masking) dan mengurangi kekhusyukan beribadah. Temuan ini mengindikasikan bahwa dominannya material keras dan reflektif seperti keramik dan plesteran menjadi penyebab utama ketidaknyamanan akustik. Oleh karena itu, sementara sistem pencahayaan dinilai sudah memadai, rekomendasi perbaikan yang bersifat mendesak diarahkan pada penambahan material penyerap bunyi pada bidang dinding dan/atau plafon, khususnya yang efektif pada frekuensi menengah, untuk menciptakan lingkungan akustik yang optimal bagi kenyamanan beribadah jamaah.

**Daftar Pustaka**

- [1] S. H. M. Z. A. Rahman, "Acoustic Comfort in Mosques: Between Architecture and Worship," *Journal of Architectural Engineering*, vol. 25, no. 4, 2019.
- [2] M. F. Ismail, "The Influence of Interior Design on Speech Intelligibility in Mosques," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 101, pp. 295-304, 2013.
- [3] Illuminating Engineering Society (IES), *Lighting Handbook: Reference & Application*, 10th ed. New York: IES, 2011.
- [4] R. G. Hopkinson dan J. D. Kay, *The Lighting of Buildings*. London: Faber and Faber, 1972.
- [5] L. E. Kinsler dan A. R. Frey, *Fundamentals of Acoustics*, 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- [6] M. D. Koenisih, "Kajian Akustik Ruang Dalam Bangunan Masjid," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 16, no. 1, pp. 79-88, 2014.