

**ANALISIS EKSPERIMENTAL PERILAKU AKUSTIK DAN
OPTIMASI PENEMPATAN LOUD SPEAKER PADA RAGAM
RUANG IBADAH**

SKRIPSI

Oleh

DAVID AGUSTIAN BUNITTE

2251050007



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA**

2026

**ANALISIS EKSPERIMENTAL PERILAKU AKUSTIK DAN
OPTIMASI PENEMPATAN LOUDSPEAKER PADA RAGAM
RUANG IBADAH**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana
Teknik (S.T.) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia

Oleh

David Agustian Bunitte

2251050007



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA**

2026



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : David Agustian Bunitte

NIM 2251050007

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "ANALISIS EKSPERIMENTAL PERILAKU AKUSTIK DAN OPTIMASI PENEMPATAN LOUDSPEAKER PADA RAGAM RUANG IBADAH" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal

Jakarta,

2 Juli 2026



David Agustian Bunitte



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
ANALISIS EKSPERIMENTAL PERILAKU AKUSTIK DAN OPTIMASI
PENEMPATAN LOUDSPEAKER PADA RAGAM RUANG IBADAH

Oleh:

Nama : David Agustian Bunitte
NIM : 2251050007
Program Studi : Teknik Mesin
Peminatan : Konversi Energi

telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 2 Juli 2026

Menyetujui:

Pembimbing 1

Dikky Antonius, S.T., M.Sc.
NIDN: 0301218801

Pembimbing 2

Stepanus Andi Saputra, S.T., M.Ars., M.Sc.
NIDN: 0304019404

Kepala Program Studi Teknik

Ir Budiarto, M.Sc.

Dekan Fakultas Teknik

Dikky Antonius, S.T., M.Sc.
NIDN: 0301218801



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 23 Juni 2026 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : David Agustian Bunitte

NIM : 2251050007

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "ANALISIS EKSPERIMENTAL PERILAKU AKUSTIK DAN OPTIMASI PENEMPATAN LOUDSPEAKER PADA RAGAM RUANG IBADAH" oleh tim penguji yang terdiri dari:

	Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1	Medyawanti Pane, S.T., M.Sc.	Ketua Penguji	
2	Dikky Antonius, S.T., M.Sc.	Anggota Penguji	
3	Bantu Hotsan Manullang, S.T., M.T.	Anggota Penguji	
4	Ir. Budianto M.Sc.	Anggota Penguji	

Jakarta, 2 Juni 2026



Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : David Agustian Bunitte

NIM : 2251050007

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Judul : ANALISIS EKSPERIMENTAL PERILAKU AKUSTIK
DAN OPTIMASI PENEMPATAN LOUDSPEAKER PADA
RAGAM RUANG IBADAH

Menyatakan bahwa

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta

Pada Tanggal 3 Juli 2026


METERAI TEMPEL
FA51ANX309984267
David Agustian Bunitte

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas Berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Eksperimental perilaku akustik dan optimasi penempatan loudspeaker pada ragam ruang ibadah”.

Penelitian ini dibuat dan disusun sebagai tugas akhir penulis, serta sebagai syarat yang harus dipenuhi guna menempuh Sidang Ujian Sarjana serta untuk mendapat gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis juga menyadari tidak sedikit kendala dan halangan yang dihadapi penulis. Penulis juga menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan yang disebabkan keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Namun berkat bantuan dan kontribusi dari berbagai pihak maka penulisan dan penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Selama belajar di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, penulis mendapat banyak ilmu dan pelajaran yang bermanfaat bagi kehidupan serta wawasan penulis. Dalam proses pembuatan tugas akhir ini, penulis banyak dibantu dan diberi arahan, dukungan, serta semangat oleh orang-orang sekitar penulis.

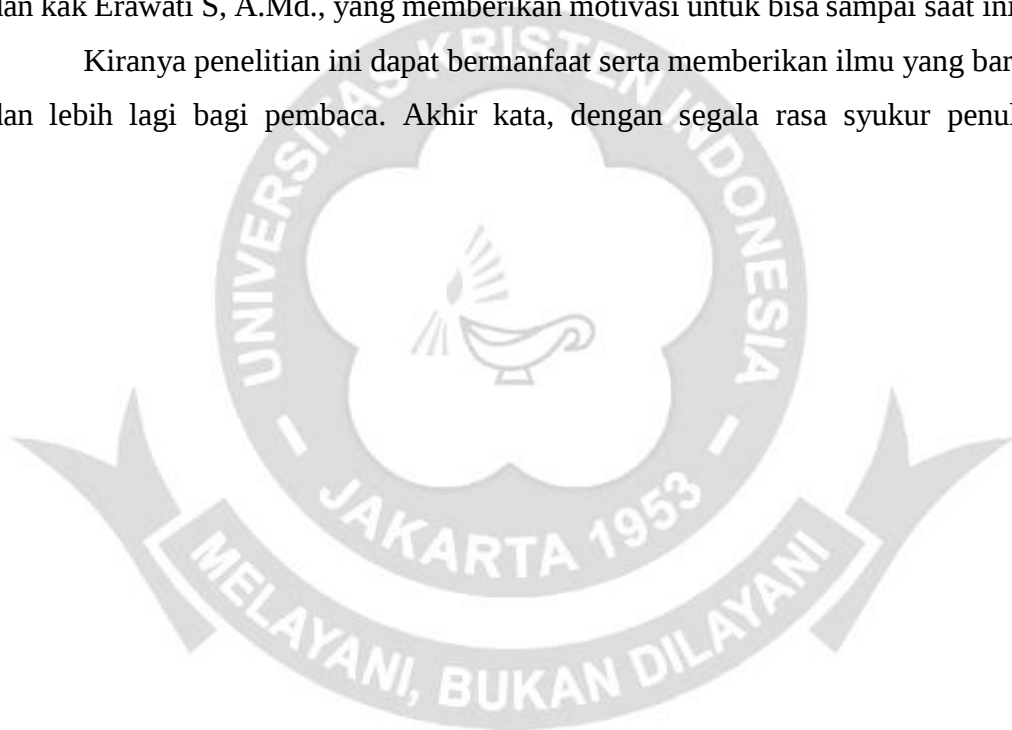
Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Angel Damayanti, S.IP., M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia
2. Bapak Dikky Antonius, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu

memberikan waktu, nasihat, dan dukungan dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

3. Ibu Candra Christianti Purnomo, S.T., M.T. sebagai Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.
4. Bapak Ir. Budiarto, M.Sc. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang selalu mendukung dan memberikan arahan, masukan, motivasi serta semangat bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin, Staff serta Tenaga Pendidik Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia yang ikut serta membantu memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan tugas akhir ini. Tanpa bantuan para beliau, penulis tidak bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, semoga ilmu dan pengalaman yang diberikan dapat didedikasikan untuk kesuksesan penulis di hari-hari yang akan datang.
6. Kak Sofia Teresia Tobing, S.H., selaku staff Program Studi Teknik Mesin yang telah memotivasi penulis dan dengan sabar membantu mengarahkan penulis dalam setiap kegiatan selama perkuliahan
7. Orang tua tercinta: Bapak Yusuf Budi Warsono dan Denita Maolani yang sudah sangat sabar memberikan dukungan secara moril, materil maupun spiritual agar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
8. Tidak lupa juga untuk kakak saya yang tersayang Ruth Novitha Bunitte, S.T. yang selalu memberikan dukungan dan memenuhi segala kebutuhan penulis dalam
9. Teman-teman KTB (kelompok tumbuh bersama) yaitu Sikkop, Gerald, Jonathan, dan khususnya Kak Yelsi sebagai PKTB (pembimbing kelompok tumbuh bersama)
10. Teman-teman serta mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia. Khususnya, Gerald, Immanuel, Bang Hizkia, Leo, Muhammad Jemmy, Samuel, dan Rivaldi untuk setiap kebersamaan dan pengalaman yang telah dilalui bersama-sama selama ini, serta selalu mendukung satu sama lain.

11. Teman-teman YCCA, yaitu Jonathan, Jovanka, dan Graciél yang telah menemani dan membantu memberikan semangat dalam perkuliahan penulis
12. Pengerja-pengerja GBI Graha Harapan Rayon 18 yang juga mendukung spiritual penulis
13. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
14. bang dan kakak staf Lembaga Pengembangan Kepribadian dan Karakter.
Khususnya bang Pdt. Wellem S, M.Th., kak Ekarina S, M.Th., kak Ruth M, S.S., dan kak Erawati S, A.Md., yang memberikan motivasi untuk bisa sampai saat ini
Kiranya penelitian ini dapat bermanfaat serta memberikan ilmu yang baru dan lebih lagi bagi pembaca. Akhir kata, dengan segala rasa syukur penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Akustik pada Ruangan Secara Umum.....	8
2.2 Sistem Tata Suara Pada Tempat Ibadah.....	9
2.3 Loudspeaker dan Karakteristiknya	9
2.4 Analisis Karakteristik Waktu dengung Ruangan Berbasis Metode Sabine	15
2.5 Metode Pengukuran Eksperimentasl Lapangan.....	18
2.6 Pengertian dbA dan Peran Pengukuran Tingkat Kebisingan.....	19

BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Studi Literatur.....	26
3.2 Pengukuran Ruangan.....	26
3.3 Pengukuran Kebisingan.....	28
3.4 Lapangan	28
3.5 simulasi.....	33
3.6 Analisis.....	34
3.7 Desain Penelitian.....	34
3.8 Objek Penelitian.....	35
3.9 Pengujian Suara dan Getaran Tanpa Kegiatan Ibadah	35
3.10 Variasi Penempatan Loudspeaker	36
3.11 Pencatatan dan Pengolahan Data.....	37
3.12 Timeline Penelitian.....	39
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 41
4.1 Hasil Data Lapangan	41
4.2 Analisis Perilaku Akustik Melalui Simulasi <i>EASE Focus</i>	41
4.3 Komparasi Data Eksperimen Lapangan dengan Prediksi Simulasi <i>EASE Focus</i>	42
4.4 Analisis Distribusi SPL pada Ruang Chapel (Luas Kecil).....	43
4.5 Analisis Distribusi SPL pada Ruang Aula (Luas Besar).....	45
4.6 Analisis Distribusi SPL pada Ruang Gereja (Luas Sedang)	46
4.7 Analisis Pola Dispersi Vertikal Berdasarkan Side View DBR10	48
4.8 Analisis Pengaruh Dimensi Ruangan Terhadap Efektivitas Daya Speaker.....	50
4.9 Analisis Distribusi SPL pada Ruang Chapel (Luas kecil)	51
4.10 Analisis Distribusi SPL pada Ruang Aula (Luas Besar)	60
4.11 Analisis Distribusi SPL pada Ruang Gereja (Luas Sedang)	70
4.12 Hasil simulasi menggunakan <i>EASE FOCUS</i> dan Grafis SPL.....	79
4.13 Rencana Anggaran Biaya Penelitian Tugas Akhir	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pembagian Spektrum Audio	16
Tabel 2.2 Tabel klasifikasi tentang kenyamanan suara.....	22
Tabel 2.3 ukuran ruangan yang digunakan	32
Tabel 3.1 Spesifikasi Speaker.....	44
Tabel 3.2 Ukuran Jenis Ruangan	44
Tabel 3.3 Timeline Penelitian.....	45
Tabel 4.1 Data Ruangan Chapel SPEAKER DEPAN	56
Tabel 4.2 Data Ruangan Chapel SPEAKER TENGAH	57
Tabel 4.3 Data Ruangan Chapel SPEAKER BELAKANG.....	58
Tabel 4.4 Data Ruangan Chapel SPEAKER DEPAN.....	59
Tabel 4.5 Data Ruangan Chapel SPEAKER TENGAH	60
Tabel 4.6 Data Ruangan Chapel SPEAKER BELAKANG.....	61
Tabel 4.7 Data Ruangan Chapel SPEAKER DEPAN.....	62
Tabel 4.8 Data Ruangan Chapel SPEAKER TENGAH	63
Tabel 4.9 Data Ruangan Chapel SPEAKER BELAKANG	64
Tabel 4.10 Data Ruangan Aula SPEAKER DEPAN	65
Tabel 4.11 Data Ruangan Aula SPEAKER TENGAH.....	66
Tabel 4.12 Data Ruangan Aula SPEAKER BELAKANG	67
Tabel 4.13 Data Ruangan Aula SPEAKER DEPAN	68
Tabel 4.14 Data Ruangan Aula SPEAKER TENGAH.....	69
Tabel 4.15 Data Ruangan Aula SPEAKER BELAKANG	70
Tabel 4.16 Data Ruangan Aula SPEAKER DEPAN	71
Tabel 4.17 Data Ruangan Aula SPEAKER TENGAH.....	73
Tabel 4.18 Data Ruangan Aula SPEAKER BELAKANG	74
Tabel 4.19 Data Ruangan Gereja SPEAKER DEPAN	75
Tabel 4.20 Data Ruangan Gereja SPEAKER TENGAH.....	76
Tabel 4.21 Data Ruangan Gereja SPEAKER BELAKANG	77
Tabel 4.22 Data Ruangan Gereja SPEAKER DEPAN	78
Tabel 4.23 Data Ruangan Gereja SPEAKER TENGAH.....	79
Tabel 4.24 Data Ruangan Gereja SPEAKER BELAKANG	80

Tabel 4.25 Data Ruang Gereja SPEAKER DEPAN	81
Tabel 4.26 Data Ruang Gereja SPEAKER TANGAH	82
Tabel 4.27 Data Ruang Gereja SPEAKER BELAKANG.....	83



ABSTRAK

Studi ini bertujuan untuk menganalisis perilaku akustik dan mengoptimalkan penempatan pengeras suara di tiga ruang ibadah dengan volume yang berbeda: Kapel (941,2 m³), Gereja (312 m³), dan Aula (2.160 m³). Metode eksperimental kuantitatif digunakan, yang melibatkan pengukuran Tingkat Tekanan Suara (SPL) yang diambil dengan pengukur tingkat suara dalam kondisi kebisingan latar belakang dan selama pemutaran kebisingan merah muda. Pengujian mencakup tiga variasi penempatan (depan, tengah, dan belakang) dan tiga orientasi sudut proyeksi. Data dianalisis secara komparatif menggunakan perhitungan teoritis. Material penyerapan akustik dan isolasi ruangan yang lebih baik diperlukan untuk mempertahankan tingkat tekanan suara dalam kisaran ideal 70–80 dBA dan menjaga kebisingan latar belakang di bawah 55 dBA, sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996. Kata kunci: Akustik ruangan, Tingkat Tekanan Suara (SPL), Penempatan pengeras suara, Waktu reverberasi (RT60), Tempat ibadah, Fokus EASE, Hukum Kuadrat Terbalik

Kata kunci: Akustik ruangan, Tingkat Tekanan Suara (SPL), Penempatan pengeras suara, Waktu reverberasi (RT60), Tempat ibadah, EASE Focus, Hukum Kuadrat Terbalik

ABSTRAK

This study aims to analyze acoustic behavior and optimize loudspeaker placement in three worship spaces of varying volumes: the Chapel (941.2 m³), the Church (312 m³), and the Hall (2,160 m³). A quantitative experimental method was employed, involving Sound Pressure Level (SPL) measurements taken with a sound level meter under background noise conditions and during pink noise playback. Testing covered three placement variations (front, middle, and rear) and three projection angle orientations. Data were analyzed comparatively using theoretical calculations based on the Sabine Method and the Inverse Square Law, and validated through EASE Focus simulations. The results demonstrate that a power output of 100 Watts does not correlate linearly with room volume. The smallest space (the Church) produced the highest actual SPL, reaching 94.5 dBA, whereas the largest space (the Hall) reached only 74.12 dBA in the rear zone. The middle speaker configuration proved most optimal, yielding an average SPL of 78–79 dBA with the least variation; conversely, the rear speaker configuration performed worst, triggering a buildup of reflections that caused extreme spikes reaching 96.3 dBA. The observed drop in actual SPL (0.38–0.68 dB) was significantly smaller than the theoretical decrease predicted by the Inverse Square Law (9.54 dB), confirming the dominance of the reflected sound field. Based on the analysis, it is concluded that speaker power must be tailored to room characteristics (30–50 W for the Chapel and Church; 150–200 W for the Hall), middle placement is recommended as the primary source, and rear speaker configurations should be eliminated. Additionally, the installation of acoustic absorption materials and improved room insulation are necessary to maintain sound pressure levels within the ideal 70–80 dBA range and keep background noise below 55 dBA, in accordance with the standards set by the State Minister for the Environment Decree. 48 of 1996. Keywords: Room acoustics, Sound Pressure Level (SPL), Loudspeaker placement, Reverberation time (RT60), Place of worship, EASE Focus, Inverse Square Law

Keywords: Room acoustics, Sound Pressure Level (SPL), Loudspeaker placement, Reverberation time (RT60), Place of worship, EASE Focus, Inverse-Square Law.