

LAPORAN TESIS

**OPTIMALISASI PERFORMA AKUSTIK RUANG
PADA RUANG IBADAH UTAMA
DI GEREJA KATHOLIK PAROKI SANTO THOMAS
KELAPA DUA DEPOK JAWA BARAT**



DONI MALWITA SETIAWAN

No. Mhs.:115401646/PS/MTA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2016



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER ARSITEKTUR

PENGESAHAN TESIS

Nama : DONI MALWITA SETIAWAN
Nomor Mahasiswa : 115401646/PS/MTA.
Konsentrasi : Digital Arsitektur.
Judul Tesis : Optimalisasi Performa Akustik Ruang Pada Ruang Ibadah Utama di Gereja Katholik Paroki Santo Thomas Kelapa Dua Depok Jawa Barat

Nama Pembimbing

Tanggal

Tanda Tangan

Dr. Ir. Y. Djarot Purbadi, MT.

22/12/2016

Ir. A. Djoko Istiadji, Msc.Bld.Sci

22/12/2016



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER ARSITEKTUR

PENGESAHAN TESIS

Nama : DONI MALWITA SETIAWAN
Nomor Mahasiswa : 115401646/PS/MTA.
Konsentrasi : Digital Arsitektur
Judul Tesis : Optimalisasi Performa Akustik Ruang Pada Ruang Ibadah Utama di Gereja Katholik Paroki Santo Thomas Kelapa Dua Depok Jawa Barat

Nama Penguji

Tanggal

Tanda Tangan

Dr. Ir. Y. Djarot Purbadi, MT.
(Ketua)

22 Ds 2016 

Ir. A. Djoko Istiadji, Msc.Bld.Sci
(Sekretaris)


22/12/2016 

Ir. MK. Sinta Dewi P., MSc.
(Anggota)

22/12/16 

Ketua Program Studi




Dr. Amos Setiadi, S.T., M.T.
PASCASARJANA

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : DONI MALWITA SETIAWAN

Nomor Mahasiswa : 115401646/PS/MTA

dengan sesungguhnya dan atas kesadaran sendiri, menyatakan bahwa :

Tesis saya yang berjudul :

OPTIMALISASI PERFORMA AKUSTIK RUANG PADA RUANG IBADAH UTAMA DI GEREJA KATHOLIK PAROKI SANTO THOMAS KELAPA DUA DEPOK JAWA BARAT.

Benar-benar hasil karya saya sendiri.

Pernyataan, gagasan, maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan ataupun gagasan orang lain yang saya gunakan pada penelitian untuk Tesis ini telah saya pertanggungjawabkan melalui catatan perut dan atau catatan kaki, serta daftar pustaka, sesuai norma dan etika penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila kelak di kemudian hari terdapat bukti yang memberatkan bahwa saya melakukan plagiasi sebagian atau seluruh hasil karya saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di kalangan Program Studi Magister Arsitektur Universitas Atma Jaya Yogyakarta; gelar dan ijazah yang telah saya terima akan dinyatakan batal dan akan dikembalikan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Demikian, Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya, dan dengan segenap kesadaran maupun kesediaan saya untuk menerima segala konsekuensinya.

Yogyakarta, 12 Januari 2017

Yang menyatakan,



Doni Malwita Setiawan.

ABSTRAKSI

Ruang ibadah berkapasitas besar dan dengan penghawaan alami termasuk dalam jenis auditorium yang dibangun di wilayah tropis. Fungsi ruang ibadah lebih mengutamakan sebagai fungsi pidato, walaupun masih mengakomodasi fungsi lain seperti musik. Ruang untuk fungsi pidato menuntut waktu dengung yang pendek, untuk mengatasi penurunan kejelasan dalam pengucapan (*speech intelligibility*). Permasalahan penelitian adalah bagaimana memaksimalkan kualitas akustik ruang ibadah utama gereja yang prioritas fungsi akustiknya adalah pidato.

Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif, dengan pengukuran waktu dengung objek studi langsung di lapangan dan menggunakan analisis simulasi software komputer. Analisis ruang akustik yang paling umum digunakan adalah dengan pengukuran waktu dengung (*reverberation time*) atau biasa disingkat RT60. Kajian dilakukan secara menyeluruh dengan perangkat lunak (*software*) komputer yang biasa digunakan untuk menganalisa performa bangunan. *Software* yang digunakan adalah ECOTECT dan CATT, yang merupakan *software* simulasi yang terintegrasi dan memiliki kemampuan perhitungan analisis waktu dengung, perhitungan selain berdasarkan kalkulasi *statistical reverberation*, juga berdasarkan *acoustic particles* atau *ray tracing* yang mempertimbangkan faktor geometri ruang akustik.

Hasil simulasi memberikan rekomendasi perbaikan ruang ibadah pada gereja dengan hasil perhitungan waktu dengung secara *statistical* maupun secara *acoustic particles* yang valid. Dua cara menyediakan data yang komparatif terhadap hasil pengukuran lapangan. Model-model tiga dimensi yang dibangun dengan mempertimbangkan posisi dan luas bidang serap, serta jumlah pengguna ruang, menghasilkan informasi yang valid untuk memperbaiki performa bangunan ruang ibadah fungsi pidato sebagai kajian khusus, dan memperbaiki efektifitas dalam perencanaan bidang akustik sebagai kajian umum. Hasil penelitian diharapkan tercapai desain perbaikan kualitas akustik ruang yang memiliki nilai optimal untuk fungsi pidato pada ruang ibadah utama Gereja Paroki Santo Thomas di Kelapa Dua, Depok, Jawa Barat.

Kata kunci: *ruang ibadah, akustika ruang, desain perbaikan*

ABSTRACTION

A large capacity worship room and with natural amenities included in the type of auditorium built in tropics. The function of worship room is more priority as a speech function, although it still accommodates other functions such as music. A room for speech functions requires a short reverberation time, to solve the decrease in clarity of pronunciation (speech intelligibility). The research problem is how to maximize the acoustic quality of the church's main worship room whose priority acoustic function is speech.

The research method used is quantitative, by measuring the reverberation time of the study object in the field directly, and using computerized software simulation analysis. The most commonly used room acoustical analysis is by measuring the reverberation time or commonly abbreviated RT60. The review is done thoroughly with computer software which commonly used to analyze building performance. The software used is ECOTEECT and CATT, which is an itegrated simulation software and has the ability to calculate the reverberation time analysis, not only calculations other than based on statistical reverberation calculations, but also based on acoustic particles or ray tracing considering the acoustic space geometry factor.

The results of the simulation provide recommendations for the improvement of the worship room in the church with the results of calculation of the reverberation time statistically or by acoustic particles are valid. These two ways provide comparative data on field measurements. Three dimensional models constructed taking into account the position and extent of the absorptive area, as well as the number of room users, yielded valid information to improve the building performance of the speech room function of the speech function as a special study, and to improve the effectiveness in planning of acoustic study as a general study. The results of the research are expected to achieve the design of acoustic quality improvement of the room that has the optimal value for speech function in the main worship room of Saint Thomas's Parish Church, at Kelapa Dua, Depok City, West Java Province.

Keywords : worship room, room acoustic, design improvements.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Halaman Pengesahan Dosen Pembimbing	
Halaman Pengesahan Tim Penguji	
Abstraksi	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Rumus dan Diagram	x
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang Penelitian	1
I.1.1. Latar Belakang Permasalahan	4
I.1.2. Perumusan Masalah	5
I.2. Tujuan dan Sasaran Penelitian	6
I.2.1. Tujuan Penelitian	6
I.2.2. Sasaran Penelitian	6
I.3. Manfaat Penelitian	6
I.4. Batasan Masalah Penelitian	7
I.5. Sistematika Penulisan	8
I.6. Keaslian Penelitian	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Akustik Ruang	12
II.1.1. Perilaku Suara Dalam Ruang (Barron, 1993)	12
II.1.2. Analisa Matematis Waktu Dengung	12
II.2. Parameter Akustik Ruang	15
II.2.1. Tingkat Bising Latar Belakang (<i>Background Noise Level</i>) (Menurut <i>Environmental Acoustic</i> , L Leslie Doelle, 1972)	17

II.2.2. Distribusi Tingkat Tekanan Bunyi (Menurut Neubauer, 2000)	17
II.2.3. Respon Impuls Ruang	18
II.2.4. Efek Geometri Ruang Terhadap Akustik (Templeton, 1996)	21
II.3. Perancangan Ruang Auditorium Fungsi Pidato (Mehta, 1999)	24
II.4. Ecotect sebagai Program Simulasi Performa Bangunan (Ecotect v.5.5, <i>Help Document</i> . 2003)	25
II.4.1. <i>Statistical Reverberation</i> (Ecotect v.5.5, <i>Help Document</i> . 2003)	26
II.4.2. <i>Linked Acoustic Rays</i> (Ecotect v.5.5, <i>Help Document</i> . 2003)	27
II.4.3. <i>Particle and Rays Analysis</i> (Ecotect v.5.5, <i>Help Document</i> . 2003)	28
II.4.4. <i>Acoustic Response (AR)</i> (Ecotect v.5.5, <i>Help Document</i> . 2003)	28

BAB III. METODE PENELITIAN

III.1. Materi Penelitian (Optimalisasi Akustik Ruang, 2016)	31
III.2. Objek Penelitian (Optimalisasi Akustik Ruang, 2016)	31
III.2.1. Kondisi Situasi Eksisting	31
III.2.2. Spesifikasi Teknis Bangunan Gereja	33
III.3. Langkah Penelitian	35
III.3.1. Tahap Validasi Alat Ukur PAA3	35
III.3.2. Tahap Pengujian Alternatif Model	36
III.3.3. Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran	36
III.4. Pengukuran Lapangan	38
III.5. Alat Penelitian	39
III.6. Daftar Koefisien Serap Material	40
III.7. Bidang Penyerap Suara	40
III.8. Metode Simulasi dengan Software ECOTECT	43
III.9. Metode Simulasi dengan Software CATT	46
III.10. Metode Analisis	48

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Pengukuran Lapangan	50
IV.1.1. Hasil Pengukuran Waktu Dengung di Lapangan (RT60)	50

IV.1.2. Hasil Simulasi Kondisi Eksisting	53
IV.2. Analisa Validasi Hasil Simulasi Eksisting	54
IV. 2.1. Hasil Simulasi Eksisting dan Validasi	54
IV.2.2. Analisa Penyebaran Energi Suara (<i>Homogeneity</i>)	57
IV.2. Berbagai Standard Performa Akustik	59
IV.3. Analisis Parameter Akustik dengan Simulasi CATT	61
IV.3.1. Analisis Perilaku Suara Pidato	61
IV.3.2. Analisis Rekomendasi Bahan Material	65
IV.4. Material Akustik Rekomendasi Perbaikan	67
IV.5. Rekomendasi Parameter Akustik Menggunakan Simulasi CATT	71
IV.6. Penerapan Rekomendasi Pada Desain Interior	74
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1. Kesimpulan	77
V.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perilaku pantulan suara pada bidang cembung dan cekung.	23
Gambar 2.2. Waktu dengung optimum berdasarkan volume ruang	23
Gambar 2.3. Waktu dengung optimum untuk beberapa fungsi ruang berdasarkan volume ruang (Mehta,1999)	25
Gambar 2.4. Tampilan grafik waktu dengung dari hasil simulasi Ecotect secara statistik dengan rumus Sabine, Eyring dan Millington	27
Gambar 2.5. Analisis perjalanan garis suara yang ditampilkan secara grafis oleh Ecotect.	28
Gambar 2.6. Analisis distribusi energi suara dengan animasi partikel suara	29
Gambar 2.7. Analisis Ecotect untuk kerataan penyebaran waktu dengung.	31
Gambar 3.1. Gambar foto udara dan situasi.	33
Gambar 3.2. Gambar foto udara dan situasi skala lebih besar.	33
Gambar 3.3. Gambar Site Plan	34
Gambar 3.4. Foto area tempat duduk umat saat ibadah harian	35
Gambar 3.5. Grafik Koefisien Serap beberapa material kondisi eksisting	41
Gambar 3.6. Gambar potongan melintang gereja	43
Gambar 3.7. Gambar potongan membujur gereja	43
Gambar 3.8. Model 3 Dimensi di dalam Ecotect	44
Gambar 3.9. Jumlah pengguna dan tipe kursi di dalam Ecotect	45
Gambar 3.10. Parameter untuk kalkulasi EAP di dalam Ecotect	46
Gambar 3.11. Geo Check kondisi eksisting di dalam CATT v.8.0	49
Gambar 3.12. Parameter untuk kalkulasi RT60 di dalam CATT v.8.0	49
Gambar 4.1. Foto Kondisi Eksisting Pengukuran Lapangan	51
Gambar 4.2. Besar waktu dengung (RT60) pada setiap titik pengukuran dan tingkat frekuensi suara dalam satuan detik	52
Gambar 4.3. Hasil simulasi kondisi eksisting dengan Ecotect.	54
Gambar 4.4. Nilai waktu dengung dari hasil simulasi CATT dan pengukuran alat PAA3 di lapangan.	56
Gambar 4.5. Trend nilai waktu dengung dari hasil simulasi CATT dan pengukuran alat PAA3 di lapangan.	56
Gambar 4.6. Grafik penyebaran energi suara model Eksisting.	58
Gambar 4.7. Grafik penyebaran energi suara model Perbaikan.	59
Gambar 4.8. Grafik analisis perbaikan penyebaran energi suara	59
Gambar 4.9. Rekomendasi bahan material - view 1	67
Gambar 4.10. Rekomendasi bahan material - view 2	67

Gambar 4.11. Rekomendasi bahan material - view 3	67
Gambar 4.12. Rekomendasi bahan material - view 4	67
Gambar 4.13. Material Bass Trap	68
Gambar 4.14. Material Amstrong Fine Fissured Cortega 3/4	69
Gambar 4.15. Material Carpet Light on Foam	70
Gambar 4.16. Material Jayabell dari Jayaboard	70
Gambar 4.17. Material Rockwool 5 cm dilapisi kain berpori	71
Gambar 4.18. Gambar Denah Parsial Gereja (Perbaikan)	75
Gambar 4.19. Tampak dan Potongan Gereja (Perbaikan)	76
Gambar 4.20. Desain interior rekomendasi perbaikan	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Penelitian akustik ruang di Indonesia dan di negara lain	10
Tabel 2.1. Rumus atau formula perhitungan waktu dengung	14
Tabel 2.2. Kategori penilaian SI berdasarkan D50	20
Tabel 2.3. Nilai optimum parameter akustik sesuai fungsi ruang	21
Tabel 2.4. Standar nilai parameter akustik	22
Tabel 3.1. Koefisien serap beberapa material yang dipakai pada model eksisting.	41
Tabel 3.2. Tabel luasan dan persentase bidang serap pada model eksisting	42
Tabel 4.1. Tabel hasil pengukuran di lapangan dengan alat PAA3	52
Tabel 4.2. Hasil simulasi eksisting dengan software CATT	55
Tabel 4.3. Nilai waktu dengung yang dihasilkan oleh simulasi CATT dan pengukuran kondisi eksisting di lapangan.	55
Tabel 4.4. Kajian geometri ruang terhadap performa akustika	61
Tabel 4.5. Hasil perhitungan RT menggunakan Ecotect	61
Tabel 4.6. Hasil simulasi RT eksisting dengan CATT	62
Tabel 4.7. Hasil simulasi SPL Direct eksisting	63
Tabel 4.8. Hasil simulasi SPL 1000 Hz kondisi eksisting	64
Tabel 4.9. Hasil simulasi RASTI kondisi eksisting	64
Tabel 4.10. Hasil simulasi D-50 kondisi eksisting	65
Tabel 4.11. Hasil simulasi LF kondisi eksisting.	66
Tabel 4.12. Hasil perbandingan nilai RT sebelum & sesudah rekomendasi	72
Tabel 4.13. Perbandingan SPL 500Hz sebelum & sesudah rekomendasi	72
Tabel 4.14. Perbandingan SPL 1kHz sebelum & sesudah rekomendasi	73
Tabel 4.15. Perbandingan nilai RASTI sebelum & sesudah rekomendasi	73
Tabel 4.16. Perbandingan nilai D50 sebelum & sesudah rekomendasi	74
Tabel 4.17. Perbandingan nilai LF sebelum & sesudah rekomendasi	74

DAFTAR RUMUS &DIAGRAM

Rumus II.1. Formula Sabine untuk menghitung koefisien serap	15
Rumus II.2. Formula Sabine untuk menghitung waktu dengung	15
Rumus II.3. Formula Norris Eyring untuk menghitung waktu dengung	15
Rumus II.4. Formula Millington-Sette untuk menghitung waktu dengung	15
Rumus II.5. Formula perhitungan <i>decay rate</i>	16
Diagram III.1. Diagram metodologi dan langkah penelitian.	38