

# Studi Sistem Akustik pada Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya

Lisayana dan Hedy C. Indrani  
 Program Studi Desain Interior, Universitas Kristen Petra  
 Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya  
 E-mail: tatty\_love07@yahoo.com; cornelli@petra.ac.id

**Abstrak**—Gereja adalah bangunan yang memiliki citra keagungan Tuhan sehingga melalui elemen desain ruang, suasana kesakralan dapat terbentuk salah satunya melalui akustik. Gereja mempunyai akustik yang unik karena gereja mempunyai 2 aktivitas yaitu *speech* dan musik. Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya bersebelahan dengan sekolah Santa Clara Surabaya, yang pada jam tertentu suasana lingkungan gereja akan menjadi sangat ramai. Dengan bantuan *Sound Level Meter*, dapat diketahui bunyi latar belakang dan kekuatan sumber bunyi pada gereja ini. Waktu dengungnya dihitung dengan rumus manual sabine dan komputerisasi dengan menggunakan program *Autodeks Ecotect Analysis 2011*. Setelah diketahui hasil perhitungan waktu dengung di lapangan adalah 0.79-0.88 detik, gereja harus dioptimasi dengan tujuan mencapai waktu dengung optimal yaitu 1,4 detik dan menginsulasi kebocoran-kebocoran suara, dengan menggunakan bahan-bahan insulasi seperti *yumen board*, *glasswool*, akrilik, gorden, kaca yang di *sealant*, *rubber* pada pintu dan penutup pada lubang pintu.

**Kata Kunci**—Sistem Akustik, Gereja Katolik, Santa Maria Tak Bercela Surabaya

**Abstrac**—The church is a building that has an image of God's glory so that through space design elements, sacred atmosphere can formone through acoustics. The church has an unique acoustic because the church has two activities, namely speech and music. Santa Maria Tak Bercela Catholic Church Surabaya adjacent to Santa Clara School Surabaya, which at certain hours of the atmosphere will be very crowded church. With the help of Sound Level Meter, the background noise is known and the power of the sound source at this church. Reverberation time is calculated by manually sabine and computerize using program *Autodeks Ecotect Analysis 2011*. Having in mind the results of the calculation of reverberation time in the field was 0.79-0.88 seconds, the church should be optimized with the goal of achieving the optimum reverberation time is 1.4 seconds and the soundproofing leaks, by using material such as insulation yumen board, glasswool, acrylic, curtains, glass in sealant, rubber on the doors and closing the door hole.

**Keyword**—Acoustics System, Catholic Church, Santa Maria Tak Bercela Surabaya

## I. PENDAHULUAN

Gereja adalah bangunan yang memiliki citra keagungan Tuhan sehingga melalui elemen desain ruang, suasana kesakralan dapat terbentuk salah satunya melalui akustik. Gereja mempunyai akustik yang unik karena gereja

mempunyai 2 aktivitas yaitu *speech* dan musik. Berbeda dengan auditorium sekuler, di gereja suara pemimpin misa perlu diberi sentuhan akustik agar lebih berwibawa dan menarik [3]. Yang perlu diperhatikan dalam suatu misa adalah tinggi rendah, keras lembutnya dan penekanan suara pada kondisi *speech* dan musik. Karena perjalanan bunyi akan sangat menentukan kualitas dan kuantitas bunyi tersebut. Oleh karena itu, pengolahan jalan bunyi sangat penting agar sesuai dengan keinginan penerima bunyi.

Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela bertempat di jalan Ngagel Madya No. 1, Surabaya 60284. Gereja yang sudah berdiri sejak 1967 dan memiliki bangunan megah ini menjadi pusat perkembangan gereja katolik yang ada di Surabaya. Dengan desain ruang ibadah yang tinggi dan unik membuat gereja ini tampak berkharisma. Adanya paduan suara dalam misa menambah suasana gereja yang semakin syahdu. Selain itu, Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya juga bersebelahan dengan sekolah TK-SD-SMP Santa Clara Surabaya yang pada jam-jam tertentu akan membuat kondisi lingkungan menjadi sangat ramai, seperti waktu istirahat maupun waktu pulang sekolah.

Hasil observasi memperlihatkan bahwa gereja mempunyai *background noise* yang sangat tinggi, *Reverberation Time* yang belum mencapai standard dan adanya kebocoran suara pada ruang. Untuk mencapai akustik yang baik, perlu diperhatikan pemilihan bahan material dan pengaplikasian dalam ruang karena keduanya berperan penting dalam menciptakan akustik yang baik dalam ruang.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dimana proses analisis dan verifikasi data lapangan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi *background noise*, *Reverberation Time* (RT) dan insulasi suara yang baik untuk gereja. Proses ini menggunakan perhitungan manual dan komputerisasi dengan bantuan program *Autodesk Ecotect Analysis 2011*.

Hasil optimasi menunjukkan perlu adanya penambahan elemen baru pada gereja yang bersifat tidak permanen dan masih dapat dikembalikan ke bentuk semula sehingga sesuai dengan persyaratan gereja katolik itu sendiri. Insulasi suara dilakukan dengan memberikan bahan-bahan insulasi seperti *yumen board*, *glasswool*, akrilik, kaca yang di *sealant*, *rubber* pada pintu dan penutup lubang pintu untuk mencegah kebocoran suara ke dalam ruang.

## II. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah metode penelitian kuantitatif. Penelitian yang menekankan analisisnya pada data – data numeric [5], dimana proses analisis dan verifikasi data lapangan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi *background noise*, *Reverberation Time* (RT) dan insulasisuara yang baik untuk gereja. Dengan bantuan *Sound Level Meter*, peneliti dapat mengetahui decible (dB) pada titik-titik tertentu, sehingga dapat diketahui *Background Noise* gereja. Untuk menghitung *Reverberation Time*, peneliti menggunakan rumus manual dari Sabine dan program *Autodeks Ecotect Analysis 2011*. Hasil perhitungan *Reverberation Time* yang didapat akan dibandingkan dengan standar literatur yang ada seperti *Doelle*, *Satwiko* dan lain-lain. Bila hasilnya sudah memenuhi standar yang ada, maka Gereja sudah memiliki sistem akustik yang baik. Tetapi bila hasilnya belum memenuhi standar yang ada, maka harus dilakukan optimasi. Optimasi dilakukan dengan mengganti atau menambahkan material insulasi agar gereja memiliki sistem akustik yang baik.

## III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sejarah berdirinya Gereja Katolik Paroki Santa Maria Tak Bercela berawal pada tahun 1958. Pada saat itu di daerah Ngagel dan sekitarnya sebagian besar masih merupakan persawahan dan ladang. Keuskupan Surabaya dengan pandangan jauh kedepan mempergunakan kesempatan tersebut membeli beberapa kapling tanah untuk mempersiapkan pendirian gedung gereja beserta rumah pasturan dan gedung sekolah dimasa mendatang [2].

Keuskupan menyediakan sebuah rumah biasa yang bertempat di Jalan Ngagel Jaya Tengah VI / 17 Surabaya untuk dipergunakan sebagai tempat ibadah kebaktian darurat dan diresmikan serta diberkati untuk penggunaannya pada tanggal 5 Nopember 1967. Kemudian mengingat perkembangan jumlah umat pada waktu itu mulai banyak maka dirasakan perlunya membangun rumah ibadah yang lebih besar. Pada tanggal 9 April 1968 dimulai penggalian pondasi diatas tanah kosong yang telah tersedia tersebut. Pada tanggal 8 Desember 1968 bertepatan dengan pesta nama “Santa Maria Tak Bercela”, gereja baru yang merupakan sebagian dari bangunan SDK “Santa Clara” di didirikan Jalan Ngagel Madya nomer 1 Surabaya.

Gereja tersebut masih bersifat sementara dengan status Stasi dari Paroki Darmo yang mempunyai daya tampung sekitar 350 umat. Pada tanggal 19 September 1971 dimulai penggalian pondasi untuk pembangunan gereja tahap I dan pada tanggal 24 Desember 1972 – gereja tahap I mempunyai daya tampung sekitar 700 umat.

Oleh karena daya tampung gereja sudah tidak dapat menampung umat yang melakukan ibadah disana, maka rencana pembangunan gereja tahap II mulai disusun. Tanggal 23 Oktober 1974 para umat mulai menggali pondasi untuk bangunan gereja tahap II. Gedung gereja tahap II kemudian dipergunakan sebagai Gedung Pertemuan dan dapat disatukan dengan gereja tahap I; sehingga merupakan ruangan ibadah

kebaktian yang dapat menampung sekitar 1.500 umat dengan balkon keliling kiri – kanan – belakang. Bangunan gereja tersebut bertahan sampai dengan tahun 2001 yang kemudian dirombak untuk memenuhi tuntutan jaman dan kebutuhan umat yang membeludak.



Gambar 1. Gereja Santa Maria Tak Bercela Surabaya Tampak Depan



Gambar 2. Gereja Santa Maria Tak Bercela Surabaya Tampak Belakang

Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya merupakan ruang yang digunakan untuk misa dan latihan paduan suara. Ruang seluas 243.01 m<sup>2</sup> memiliki ketinggian plafon 9 m. Volume ruang ini setelah dikurangi dengan balok dan kolom sebesar 2187.1 m<sup>3</sup>.

Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya mempunyai misa harian pada jam 05.00 dan 18.00. Misa hari Minggu jam 05.30, 07.30, 16.30 dan 18.30. Selama masa pra paskah gereja menambahkan misa jalan salib yang diadakan setiap hari Jumat jam 09.30. Untuk penelitian ini, peneliti diijinkan mengukur pada misa jalan salib agar tidak mengganggu jalannya misa yang berlangsung. Saat itu kondisi jemaat 80 orang dan lantai balkon kosong atau tidak diisi oleh jemaat.

Pengukuran *background noise* dan kekuatan sumber bunyi menggunakan *Sound Level Meter* di Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya, dengan menentukan titik-titik yang akan diukur. Pembagian titik pada gereja ini dibagi per 3 meter karena tidak memungkinkan untuk mengukur dengan jarak yang lebih rapat lagi. Pengukuran dilakukan 2 kali pada saat ruang kosong dan 2 kali pada saat misa berlangsung. *background noise* adalah suara yang bukan berasal dari sumber suara atau suara yang tidak diinginkan, sehingga pengukuran *background noise* diukur pada saat tidak ada sumber suara apapun dalam ruang [6]. Pengukuran *background noise* ini dilakukan pada saat gereja tidak dipakai untuk kegiatan apapun. Dilakukan pada jam 13.00 dan 14.30 dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Pada jam 13.00 kondisi lingkungan tidak terlalu ramai tetapi pada jam 14.30 kondisi lingkungan sangat ramai karena bertepatan dengan jam pulang sekolah SMP Santa Clara Surabaya.

Tabel 1. Rekap Hasil Pengukuran *Background Noise* dan Kekuatan Sumber bunyi Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya

<i>Background Noise Level</i> (dB)*			Kekuatan Sumber Bunyi 1 (dB)**	Kekuatan Sumber Bunyi 2 (dB)***
Lantai Utama	43.5	49.4	68.7	68.9
Lantai Balkon	43.5	48.2	64.8	65.0
Rata-rata total	43.5	48.8	66.8	67.0

\*Survei dilakukan pada keadaan kosong jam 13.00 dan 14.30

\*\*Survei dilakukan pada Misa Jalan Salib 1 jam 09.30

\*\*\* Survei dilakukan pada Misa Jalan Salib 2 jam 09.30

Tabel 1 merupakan hasil rekap dari *background noise* dan kekuatan sumber bunyi (pada saat Misa berlangsung) pada penelitian pertama dan kedua di Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya. Hasil *background noise* gereja pada pengukuran jam 13.00 rata-rata sebesar 43.5 dB, sedangkan pada pengukuran jam 14.30 rata-rata sebesar 48.8dB. Terdapat perbedaan yang cukup jauh dikarenakan faktor lingkungan. Dengan melihat *noise* yang diijinkan untuk gereja berkisar 35-40dB[10], sedangkan fakta dilapangan membuktikan diatas standar sehingga dapat dilihat bahwa Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya belum memenuhi standar.

Tabel 2. Elemen-elemen Interior dan *Furniture* pada Gereja

No	Objek	Material	Jumlah
1.	Dinding	Bata plester + cat dinding	
2.	Lantai	Keramik 40x40cm putih, krem, hitam Keramik 30x30cm krem Marmer Parket Karpas	
3.	Plafon	Gypsum board dan rangka kayu	
4.	Kolom	Beton + cat dan marmer	18 buah
5.	Pintu	Kayu + polintur	17 buah
6.	Jendela	Rangka kayu + kaca berukir	
7.	Meja Mimbar	Kayu + polintur	1 buah
8.	Kursi Jemaat	Kayu + polintur	234 buah
9.	Meja Sabda Tuhan	Kayu + polintur	2 buah
10.	Kursi di Mimbar	Kayu + polintur	12 buah
11.	Kursi Paduan Suara	Steel + busa	42 buah
12.	Lemari	Kayu + polintur	1 buah
13.	Meja	Kayu + polintur, kayu + cat duko	14 buah
14.	Speaker	Speaker	27 buah
15.	Alat Musik	Kayu dan steel	2 buah
16.	Mic	Mic	30 buah
17.	Pigura	Kayu + kaca bening	15 buah
18.	Jam Dinding	Kayu + kaca bening	3 buah

**Analisis dan Verifikasi**

Berdasarkan data lapangan diatas, dilakukan tahapanalisis dan verifikasi dengan menghitung *Reverberation Time* (RT) menggunakan perhitungan manual dan komputerisasi dengan program *Autodeks Ecotect Analysis 2011*.

Langkah yang pertama adalah membuat 3D *Modeling* dengan menggunakan program AutoCAD 2009 terlebih dahulu, dengan ukuran yang sama dengan keadaan di lapangan. *Modeling* dibuat dengan *layer* yang berbeda-beda berdasarkan material yang digunakan dan simpan *file* 3D *Modeling* tersebut dengan format 'dwg'. Setelah membuat 3D *Modeling* pada AutoCAD, *import file* tersebut pada program 3DSMax, kemudian *export file* tersebut ke dalam format '3DS' karena dengan format itu *modeling* dapat dibaca oleh *Autodeks Ecotect Analysis 2011*. Buka *Autodeks Ecotect Analysis 2011*, *import file* dengan format '3DS' dan pilih '*Import-3D CAD Geometry*', kemudian *import* satu per satu dengan klik '*Import into Existing*'.

Langkah yang kedua adalah memilih material dalam 3D *Modeling* disesuaikan dengan material lapangan (semirip mungkin), dengan koefisien absorpsi yang sesuai dengan material aslinya. Dalam penelitian ini, peneliti mengambil koefisien absorpsi dari tabel koefisien absorpsi Satwiko dan Doelle. Untuk material yang belum ada pada *Autodeks Ecotect Analysis 2011*, dapat ditambahkan material pada material *library* dengan cara memasukan segala spesifikasi material, kemudian klik '*Add New Element*' [1].

Tabel 3. Pemilihan Material dan Koefisien Serap Bunyi

No	Material	Koefisien Serapan Bunyi				
		125	250	500	1000	2000
1.	Plester pada batu bata	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04
2.	Marmer	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
3.	Parket kayu diatas beton	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06
4.	Karpas ruang dalam	0.01	0.05	0.10	0.20	0.45
5.	Papan gypsum tebal 1/2"	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07
6.	Papan gypsum, 1 lapis, tebal 5/8"	0.55	0.14	0.08	0.04	0.12
7.	Kaca, jendela biasa	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07
8.	Kayu tebal 1/4"	0.42	0.21	0.10	0.08	0.06
9.	Kursi yang terbungkus dengan kulit, tidak diduduki	0.44	0.54	0.60	0.62	0.58
10.	Audience duduk dikursi yang terbungkus	0.39	0.57	0.80	0.94	0.92
11.	Jemaat duduk dikursi kayu	0.57	0.61	0.75	0.86	0.91
12.	Kaca, berat, lebar	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02
13.	Tirai (Gorden) ringan	0.03	0.04	0.11	0.17	0.35

Langkah yang ketiga adalah menghitung *Reverberation Time* (RT) dengan menggunakan perhitungan manual dengan menggunakan rumus Sabine [3]:

$$RT = \frac{0.161 \cdot V}{A} \text{ (detik)}$$

$$A = \sum S \cdot \alpha$$

Keterangan :

- RT = waktu dengung, dalam detik
- V = volume ruang, dalam m<sup>3</sup>
- A = jumlah total penyerapan, dalam m<sup>2</sup> sabins/sabins.
- S = luas bidang bahan, dalam m<sup>2</sup>
- $\alpha$  = koefisien absorpsi bahan

Tabel 4. Hasil Perhitungan Reverberation Time dengan Perhitungan Manual Occupancy 100%

No	Objek	Material	Luas Permukaan	Koef	A
1.	Dinding	Bata plester	742.6	0.02	14.85
2.	Lantai	Keramik	1096.81	0.02	21.94
		Marmer	8.84	0.01	0.09
		Parket	75.16	0.07	5.26
		Karpet	26.9	0.1	2.69
3.	Plafon	Gypsum board	30.52	0.05	1.53
		Rangka kayu	140.8	0.1	14.08
4.	Pintu	Kayu (solid)	44.6	0.67	8.44
5.	Jendela	Rangka kayu	0.15	0.1	0.02
		Kaca berukir	35.12	0.04	1.4
		Kaca bening	19.76	0.18	3.56
6.	Meja Mimbar	Kayu (solid)	1.8	0.67	1.21
7.	Kursi Jemaat	Kayu (solid)	516.48	0.67	227.92
8.	Meja Sabda Tuhan	Kayu (solid)	0.84	0.67	0.56
9.	Kursi di Mimbar	Kayu (solid)	1.62	0.67	1.09
10.	Kursi Paduan Suara	Kulit sintetis	9.24	0.60	5.54
11.	Lemari	Kayu	0.8	0.1	0.08
12.	Meja	Kayu	5.19	0.1	0.52
13.	Speaker	Speaker	3.2	0.45	1.44
14.	Alat Musik	Kayu	2.56	0.67	1.72
15.	Pigura	Kayu	3.6	0.1	0.36
A Total					401.5
Volume					2187.1
Reverberation Time (RT)					0.88

Setelah menghitung dengan perhitungan manual, mulailah menghitung dengan program *Autodeks Ecotect Analysis 2011*.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Reverberation Time dengan Autodeks Ecotect Analysis 2011

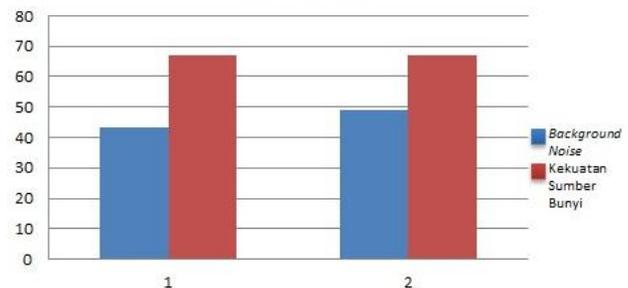
Occupancy (%)		100%
FREQ.	ABSPT.	RT(60)
63Hz:	7.926	0.16
125Hz:	5.577	0.22
250Hz:	2.382	0.52
500Hz:	1.591	0.79
1kHz:	1.591	0.79
2kHz:	1.591	0.79
4kHz:	2.381	0.52
8kHz:	1.591	0.79

Hasil perhitungan Reverberation Time dengan perhitungan manual dan komputerisasi mempunyai selisih tidak terlalu jauh yaitu pada perhitungan manual 0.88 detik dan pada program *Autodeks Ecotect Analysis 2011* 0.79 detik. Jadi dapat disimpulkan bahwa perhitungan Reverberation Time dengan dua perhitungan ini sudah sesuai dengan keadaan di lapangan.

Menurut Satwiko, standar RT *Speech* untuk gereja katolik adalah 0.5-1.4 detik, sedangkan standar RT *Music* untuk gereja katolik adalah 1.4-2.6 detik. Dengan demikian, gereja ini dalam kondisi *Speech* sudah memenuhi standar RT, sedangkan dalam kondisi *Music* belum memenuhi standar RT. Reverberation Time pada kondisi *Music* masih rendah. Untuk itu, dilakukan optimasi pada gereja ini agar memenuhi standar RT pada kondisi *Music*. Untuk menaikan RT dibutuhkan total absorpsi yang kecil, dimana total absorpsi yang kecil dapat dilakukan dengan mengganti material yang koefisien absorpsinya besar dengan material yang koefisiennya kecil.

### Kebocoran Suara

Pada Gereja Santa Maria Tak Bercela ini terjadi kebocoran suara, hal ini dibuktikan ketika peneliti melakukan survey di lapangan.



Gambar 3. Selisih Background Noise dan Kekuatan Sumber Bunyi di Gereja Santa Maria Tak Bercela Surabaya

Pada grafik diatas, warna biru menunjukkan besarnya background noise yang terjadi pada saat pengukuran ruang kosong, sedangkan warna merah menunjukkan besarnya kekuatan bunyi yang terjadi pada saat misa berlangsung. Hal ini diukur dua kali pada waktu yang berbeda agar lebih akurat. Warna biru yang pertama diukur pada saat keadaan kosong

jam 13.00, sedangkan warna biru yang kedua diukur pada saat kondisi kosong jam 14.30. Warna merah yang pertama diukur pada saat misa yang pertama jam 09.30, sedangkan warna merah yang kedua diukur pada saat misa yang kedua jam 09.30. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa jarak antara warna biru dan merah cukup besar. Bila jarak antara grafik biru dan merah kecil, maka kecil pula kebocoran yang terjadi pada ruang tersebut tetapi bila jarak antara biru dan merah besar, maka semakin besar pula kebocoran suara yang terjadi pada ruang tersebut. Hal ini disebabkan oleh banyak atau sedikitnya celah pada elemen pembentuk ruang seperti dinding, pintu ataupun jendela.

Celah pada elemen pembentuk ruang ini bisa disengaja maupun tidak disengaja. Celah yang disengaja seperti ventilasi kecil pada dinding yang terlalu banyak dan jendela kaca yang banyak menyebabkan kebocoran suara pada gereja ini karena koefisien serap kaca lebih rendah dibandingkan koefisien plester bata. Sedangkan celah yang tidak sengaja dikarenakan susutnya kayu pada pintu dan jendela sehingga suara dari luar juga bisa masuk melalui celah ini.



Gambar 4. Celah melalui Ventilasi Kecil pada Dinding



Gambar 5. Banyaknya Jendela pada Gereja



Gambar 6. Celah pada Pintu Akibat Muai Susut Kayu

Beberapa celah pada gambar diatas merupakan penyebab terjadinya kebocoran suara pada Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya. Kebocoran tersebut cukup mengganggu aktivitas didalam gereja itu sendiri karena suara dari luar gereja dapat masuk ke dalam gereja.

**Hasil Simulasi Optimasi**

Optimasi desain akustik Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya ini bertujuan untuk mawadahi aktivitas-aktivitas yang ada didalam gereja ini sendiri, seperti misa dan latihan paduan suara yang tergolong dalam kondisi *Speech* dan *Music*. Kondisi *Speech* dan *Music* mempunyai standar *Reverberation Time* (RT) yang berbeda, yaitu 0.5-1.4 untuk kondisi *Speech* dan 1.4-2.6 detik untuk kondisi *Music* [10]. Optimasi gereja yang dilakukan untuk memenuhi standar dalam kondisi *Music* maupun standar *Speech* yaitu 1.4 detik. Upaya ini dilakukan agar mendapatkan RT yang optimal pada kedua kondisi yang ada. Desain akustik yang dibutuhkan adalah desain akustik yang *adaptable* (dapat berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan) dan fleksibel. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan mengubah ataupun menambah beberapa elemen interior dengan jenis, luasan, letak material yang berbeda. Perubahan pada beberapa elemen interior akan mempengaruhi kualitas akustik suatu ruang.

Simulasi akustik dilakukan dengan tujuan menemukan solusi desain akustik yang optimal dan sesuai dengan standar yang ada. Dalam pengoptimasian ini, menggunakan 3 alternatif dan memilih 1 alternatif terbaik sebagai solusi optimasinya.

Tabel 6. Rekap Optimasi dengan Beberapa Alternatif

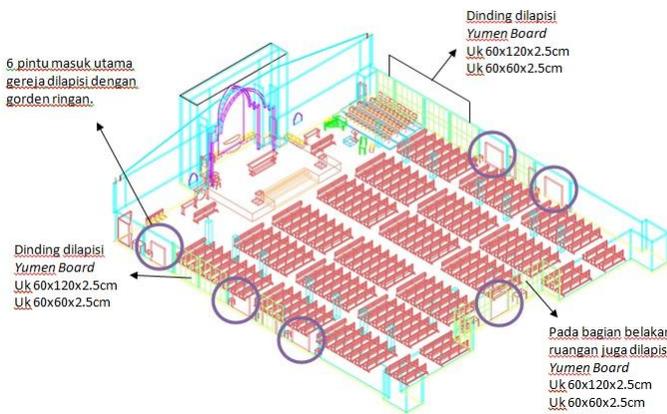
Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Penambahan dinding gypsum dengan tebal 0.9 cm yang diisi dengan <i>glasswool</i> dikanan kiri lantai utama gereja	Penambahan gorden pada dinding dikanan kiri lantai utama gereja	Penambahan dinding akustik dari <i>yumen board</i> dengan tebal 2.5cm dikanan kiri lantai utama gereja
Mengubah material pintu gudang dengan pintu kayu biasa	Mengubah material pintu gudang dengan pintu kayu biasa	Mengubah material pintu gudang dengan pintu kayu biasa
Pengantian kaca bening pada jendela yang diganti dengan kaca halus yang akan diberi <i>sealant</i>	Pengantian kaca bening pada jendela yang diganti dengan kaca halus yang akan diberi <i>sealant</i>	Pengantian kaca bening pada jendela yang diganti dengan kaca halus yang akan diberi <i>sealant</i>
Adanya pengurangan kursi jemaat, kursi yang ada di mimbar, kursi paduan suara, meja dikanan kiri ruangan dan <i>speaker</i> yang sudah tidak difungsikan	Adanya pengurangan kursi jemaat, kursi yang ada di mimbar, kursi paduan suara, meja dikanan kiri ruangan dan <i>speaker</i> yang sudah tidak difungsikan	Adanya pengurangan kursi jemaat, kursi yang ada di mimbar, kursi paduan suara, meja dikanan kiri ruangan dan <i>speaker</i> yang sudah tidak difungsikan
Memberi gorden pada pintu-pintu utama gereja		Memberi gorden pada pintu-pintu utama gereja

Dari 3 alternatif diatas yang terpilih adalah alternatif 3. Hasilnya menunjukkan RT 1.4 detik. Namun alternatif 3 memberikan sentuhan berbeda dengan adanya penambahan dinding *yumen board*. *Yumen board* adalah perpaduan serutan kayu dan semen yang menghasilkan papan dengan bidang datar yang bermotif natural dengan bervariasi ketebalannya. *Yumen board* sebagai peredam atau penyerap suara sering digunakan untuk dinding akustik dan sekaligus sebagai dinding dekoratif [11]. Dewasa ini, *yumen board* diaplikasikan pada gereja-gereja Kristen, untuk itu *yumen board* akan coba diterapkan pada gereja katolik tanpa mengurangi suasana kesakralan dari gereja katolik itu sendiri.



Gambar 7. Contoh material *Yumen Board*

**Pengaplikasian Desain Akustik pada Gereja**



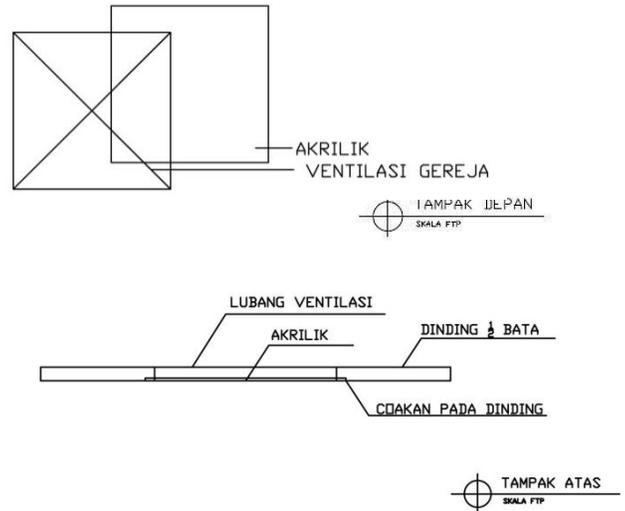
Gambar 8. Pengaplikasian Desain Akustik

**Insulasi Kebocoran Suara pada Gereja**

Insulasi akustik dibuat sebaik mungkin agar suara dari luar tidak masuk kedalam gereja dan tidak mengganggu aktivitas didalam gereja. Seperti yang sudah dijelaskan diatas terdapat kebocoran suara yang cukup besar dikarenakan celah yang disengaja maupun tidak disengaja. Celah-celah tersebut bisa berasal dari celah ventilasi, celah muai susut kayu pada pintu dan jendela hingga celah-celah lainnya yang tidak kasat oleh mata. Untuk itu peneliti mengambil keputusan untuk memperbaiki insulasi pada gereja ini, agar aktivitas dalam gereja tidak lagi terganggu oleh suara-suara lain yang bukan berasal dari dalam gereja.

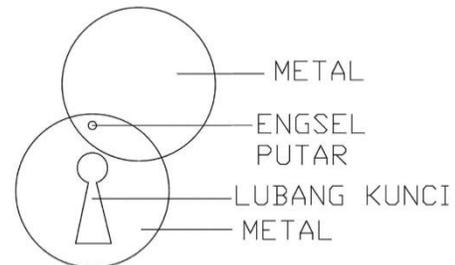
Insulasi dilakukan pada semua celah yang ada sebagai berikut :

- Celah pada ventilasi diatasi dengan menambahkan material akrilik pada depan lubang ventilasi, agar suara dari luar tidak masuk. Akrilik disini dibuat fleksibel atau tidak permanen.



Gambar 9. Detail Insulasi pada Celah Ventilasi

- Celah pada jendeladiatasi dengan menambahkan *sealant* pada kaca jendela, yang dapat meminimalisir suara dari luar yang masuk ke celah-celah jendela tersebut. *Sealant* berfungsi merekatkan kaca pada pinggiran karet, kayu maupun besi.
- Celah pada pintukaan muai susut kayu diinsulasi dengan memberikan material *rubber* yang fleksibel yang dapat naik dan turun sesuai dengan ketinggian lantai. *Rubber* ditempel langsung pada kayu solid pintu.
- Celah pada lubang kunci pintujuga dapat menyebabkan kebocoran suara. Upaya insulasi yang dilakukan adalah memberi penutup lubang pintu yang fleksibeldengan menggunakan material metal yang diberi engsel putar agar bisa berputar.



Gambar 10. Detail Insulasi pada Lubang Kunci Pintu

**IV. KESIMPULAN**

Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya adalah gereja yang menjadi pusat perkembangan gereja katolik di

Surabaya. Selain desainnya yang tinggi dan unik, gereja juga bersebelahan dengan sekolah Santa Clara yang pada jam tertentu kondisi di sekitar menjadi sangat ramai. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan *Reverberation Time* (RT) dengan kondisi *speech* maupun *music* yang optimal. Menurut Satwiko RT optimal untuk kondisi *speech* adalah 0.5-1.4 detik, sedangkan dalam kondisi *music* adalah 1.4-2.6 detik. Kondisi RT di lapangan yaitu 0.79-0.88 detik. Oleh karena kondisi di lapangan belum memenuhi standar, maka dilakukan optimasi untuk mencapai RT standar.

Optimasi dilakukan dengan menambah dinding akustik dari *yumen board* dengan tebal 2.5cm diaplikasikan pada dinding di kanan kiri lantai utama gereja. Pintu kayu *single* yang sudah tidak difungsikan di kanan kiri dinding, ditutup dengan *gypsum board*. Kemudian mengubah material pintu gudang dengan pintu kayu biasa. Penggantian kaca bening pada jendela yang diganti dengan kaca halus yang akan diberi *sealant*. Pengurangan kursi jemaat, kursi yang ada di mimbar, kursi paduan suara, meja kanan kiri gereja dan *speaker* yang sudah tidak dipakai dan tidak difungsikan lagi, serta memberi gorden pada pintu-pintu utama gereja.

Semua penambahan elemen baru sifatnya tidak permanen dan masih bisa dikembalikan ke bentuk semula, sesuai dengan kebutuhan gereja itu sendiri. Hasil optimasi gereja telah mencapai standar *Speech* dan *Music* yaitu 1.4 detik.

Pada Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya juga terdapat kebocoran suara yang diakibatkan oleh celah-celah yang ada pada elemen pembatasnya. Adapun upaya insulasi untuk meminimalisir kebocoran suara pada gereja yaitu menambahkan material *yumen board*, *glasswool*, akrilik, gorden, kaca yang di *sealant*, *rubber* pada pintu dan penutup lubang pintu tanpa mengurangi suasana kesakralan gereja katolik itu sendiri.

Dengan adanya upaya-upaya diatas yaitu pengoptimasian RT dan insulasi kebocoran suara pada ruang, maka tercapailah desain akustik gereja yang paling optimal untuk Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis L.Y. mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing tugas akhir yaitu Ir. Hedy C. Indrani, M.T dan Fenny K.D, S.Sn. Tak lupa mengucapkan terima kasih kepada Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya yang sudah bersedia membantu proses penelitian ini serta keluarga dan teman-teman yang mendukung tugas akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Autodeks Analysis Ecotect 2011". Autodeks Student Version 2011. Maret 2013. <<http://students.autodeks.com>>.
- [2] Dewan Paroki Santa Maria Tak Bercela Surabaya. "Sejarah Berdirinya Gereja Katolik Santa Maria Tak Bercela Surabaya". 29 Desember 2006. Gereja SMTB. 7 Maret 2013. <<http://gerejasmtb.wordpress.com/>>
- [3] Doelle, L Leslie. *Environmental Acoustics*. Newyork: Mc.Graw Hill B.C, 1990.
- [4] Fauzi, M. *Metode Penelitian Kuantitatif Sebuah Pengantar*. Semarang: Walisongo press. 2009.
- [5] Indrani, Hedy C. "Aplikasi Model Komputer Dalam Analisis Kinerja Akustik Ruang Auditorium Universitas Kristen Petra Surabaya". *Dimensi Interior*. 2 (Desember 2007):109-121. 18 April 2013.
- [6] Kuttruff, H. *Room Acoustics*. London: Applied Science Publishers. 1979
- [7] Mangunwijaya, Y.B. 1980. *Pasal-Pasal Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Gramedia.
- [8] Mediastika, E. Christina. *Akustika Bangunan*. Jakarta: Erlangga. 2005
- [9] Mediastika, E. Christina. *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Yogyakarta : ANDI. 2009
- [10] Satwiko, Prasasto. *Fisika Bangunan 1*. Yogyakarta: Andi Offset. 2005.
- [11] "Yumen Board dan Teknik Pemasangannya". Yumen Board. Mei 2013. <[www.alibaba.com/productfree/111598649/Yumen\\_Board/showimage.html](http://www.alibaba.com/productfree/111598649/Yumen_Board/showimage.html)>