

PENGARUH PENAMPANG ASIMETRIS TERHADAP KINERJA AKUSTIK PADA RUANG *AUDIO VISUAL* GEDUNG S2 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TELKOM

EFFECT OF ASYMETRICAL CROSS SECTION TO ACOUSTIC PERFORMANCE IN AUDIO VISUAL ROOM AT POST GRADUATE BUILDING FACULTY OF TELKOM UNIVERSITY

Ratna Sampurna¹, Drs. Suwandi, M.Si², Muh. Saladin P, M.T³

¹Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

²Dosen Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

³Dosen Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹ratnasampurna@students.telkomuniversity.ac.id, ²suwandi@telkomuniversity.ac.id,

³bibinpriwasasra@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Room for speech merupakan ruangan dengan fungsi utama untuk menyampaikan informasi melalui percakapan. Kejelasan suara yang didengar dipengaruhi oleh pembentukan medan suara. Pembentukan medan suara ditentukan oleh jalur perambatan, material, dimensi, koefisien absorpsi, bentuk ruangan. Medan suara merupakan fungsi dari geometri dan material penyusun ruang. Ruang *Audio Visual* pada gedung S2 fakultas teknik Universitas Telkom memiliki fungsi sebagai *room for speech*. Dimensi ruang tersebut adalah 8,97m x 6,61m x 3,34m. Bentuk geometri pada ruang tersebut tidak simetris dengan langit-langit dan dinding yang tidak simetris. Kriteria *room for speech* memiliki parameter-parameter akustik untuk dianalisis. Parameter-parameter akustik yang akan dianalisis antara lain *Listening level* (LL), *Reverberation time* (RT), RASTI. Pada penelitian ini, peneliti menganalisis dua analisis yaitu mengubah material dan mengubah bentuk geometri ruang menjadi simetris dengan menambah luas dan memotong geometri. Simulasi yang dilakukan dengan dua *software* yaitu CATT *acoustic* dan COMSOL. Dari hasil pengukuran lapangan didapat nilai *Reverberation time* 0,47-0,53 s dan nilai tersebut belum memenuhi kriteria *room for speech* pada ruang *audio visual* gedung S2 fakultas teknik elektro.

Kata kunci : Simulasi, *Listening Level*, *Reverberation Time*, RASTI, Geometris Asimetris dan Simetris

Abstract

Room for speech is the room with the main function as a place to convey information through conversation. Audible voice clarity is affected by the formation of the sound field. The formation of the sound field is determined by the propagation path, material, dimensions, absorption coefficient, the shape of the room. The sound field is a function of the geometry and the material making up the room. *Audio Visual Room* at post-graduate engineering faculty building, Telkom University has a function as a room for speech. The room dimensions are 8,97m x 6,61m x 3,34m. The room geometric shapes is asymmetrical with both asymmetrical ceiling and walls. Criteria *room for speech* has the acoustic parameters to be analyzed. Acoustic parameters to be analyzed include *Listening level* (LL), *Reverberation time* (RT), RASTI. In this study researchers analyzed the two analyzes, the first one is to change material and transform geometric shapes into a symmetrical space by adding a comprehensive and cutting geometry. Simulations were carried out with two software namely CATT *acoustic* and COMSOL. From the observation data obtained value *reverberation time* is obtained with value range from 0.47 to 0.53 s and the means that the room is not yet an eligible room for speech *audio-visual* at post-graduate engineering faculty.

Keywords: Simulation, *Listening Level*, *Reverberation Time*, RASTI, Asymimetric and Symmetric geometry

1. Pendahuluan

Room for speech merupakan ruangan dengan fungsi utama untuk menyampaikan informasi melalui percakapan. Kejelasan suara yang didengar dipengaruhi oleh pembentukan medan suara. Pembentukan medan suara ditentukan oleh jalur perambatan, material, dimensi, koefisien absorpsi, bentuk ruangan. Medan suara merupakan fungsi dari geometri dan material penyusun ruang.

Di Universitas Telkom terdapat ruang *Audio Visual* yang sudah ditreatment agar sesuai dengan parameter akustik *room for speech*. Dimensi ruang tersebut adalah 8,97m x 6,61m x 3,34m. Bentuk geometri pada ruang tersebut tidak simetris dengan langit-langit dan dinding yang tidak simetris. Parameter-parameter akustik yang akan dianalisis untuk ruang *audio visual* antara lain *Listening level* (LL) dengan nilai selisih titik terjauh dan terdekat dari sumber <10dB[1], *Noise Criteria* 30-40 [1], *Reverberation time* (RT) dengan nilai 0,6-0,8 detik[2], RASTI (Rapid Speech Transmission Index) kriteria baik[3].

Ruang asimetris memiliki pengaruh terhadap pembentukan medan suara dan parameter akustik. Pengaruh tersebut yang mendasari dianalisisnya ruang asimetris. Untuk mengetahui pengaruh terhadap ruangan tersebut analisis terlebih dahulu. Analisis yang dilakukan yaitu dengan analisis pengaruh geometri asimetris dan simetris terhadap parameter akustik serta visualisasi propagasi gelombang atau pembentukan medan suara. Langkah pertama sebelum melakukan analisis adalah melakukan pengukuran lapangan terlebih dahulu. Pengukuran tersebut berfungsi sebagai acuan untuk kondisi *existing* ruangan. Setelah melakukan pengukuran lapangan maka dilakukan simulasi parameter akustik *existing* ruang yang berfungsi untuk memvalidasi hasil pengukuran lapangan dengan simulasi. Setelah validasi maka dilakukan analisis geometri dengan mengubah koefisien absorpsi dan bentuk geometri ruang menjadi simetris. Bentuk geometri ruang asimetris yang akan diubah menjadi simetris dilakukan dengan memotong dan menambah luas ruangan. Analisis pemotongan dilakukan dengan memotong bagian asimetris dinding dan menambah tinggi langit-langit. Analisis penambahan ruang dengan membuat bagian dinding yang tidak simetris menjadi simetris dengan menambah tinggi langit-langit.

2. Dasar Teori

2.1 Gelombang dan Suara

Gelombang adalah gejala rambatan dari suatu getaran. Gelombang terbagi menjadi 2 yaitu gelombang mekanik yang memerlukan medium dan gelombang elektromagnetik yang tidak memerlukan medium. Gelombang menurut arah rambat dan arah getarnya yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Fenomena Dari gelombang itu sendiri antara lain Refleksi, Transmisi, Interferensi, Refraksi, Difraksi dan Transmisi.

Suara adalah fenomena yang dihasilkan oleh getaran benda atau getaran suatu benda yang merambat melalui medium. Suara tidak dapat merambat jika berada pada ruang hampa. Medium perambatan suara dapat berwujud gas, cair ataupun padat.

2.1.1 Arsitektural Akustika

Pada suatu ruangan jika ada pendengar sedang mendengarkan suatu suara maka pendengar dipengaruhi oleh 2 medan suara yaitu medan suara langsung dan medan suara tidak langsung. Besarnya energi suara yang sampai ke pengamat dipengaruhi oleh jarak pendengar dan penyerapan oleh udara. Total energi suara yang sampai ke pengamat dipengaruhi oleh medan suara tersebut. Oleh karena itu medan suara pantul sangat berperan dalam pembentukan medan suara dan mempengaruhi pendengaran pengamat. Dalam perlakuannya karakteristik akustik dibedakan menjadi 2 yaitu secara parameter akustik subjektif dan parameter akustik objektif. Parameter subjektif beracuan pada persepsi pendengar sedangkan untuk objektif beracuan pada parameter akustik yang berhubungan dengan waktu.

Ada beberapa parameter karakteristik akustik yang termasuk dalam parameter akustik objektif antara lain waktu dengung, *listening level*, RASTI, dan *background noise*. Berikut adalah *standart* nilai parameter akustik untuk *room for*

speech antara lain *Listening level* (LL) dengan nilai antar titik pengukuran yang saling berdekatan kurang dari 10dB[1], RT dengan nilai antara 0,6-0,8 detik [2], RASTI dengan kriteria baik [3], *Background noise* dengan nilai tidak melebihi 60dB [4]. Simulasi untuk mendapatkan nilai parameter akustik yg dibutuhkan dilakukan dengan menggunakan CATT. *Software* CATT menggunakan metode *ray-tracing* yaitu dasar dari metode tersebut adalah untuk menganalogikan energi yang dikeluarkan sumber sebagai berkas cahaya.

2.1.2 Tingkat Tekanan Suara (Lp)

Ukuran tingkat kebisingan dinyatakan dalam skala tingkat tekanan suara (*Sound Pressure Level*) dengan satuan desibel (dB). *Sound Pressure Level* (SPL) yaitu perbandingan rasio logaritmik dari tekanan suara dengan tekanan referensi. Berikut persamaan tingkat tekanan suara tersebut :

$$L_p = 10 \text{ Log } (p/p_0)^2 \quad (1)$$

dengan L_p adalah tingkat tekanan (dB), p adalah tekanan suara (Pa), dan p_0 adalah tekanan referensi, 2×10^{-5} Pa

2.2 Parameter-Parameter Akustik

Parameter akustik adalah standart kriteria akustik suatu ruangan yang sesuai dengan fungsinya. Salah satu parameter akustik yang memenuhi kriteria akustik antara lain *Listening Level* (LL), *Reverberation Time* (RT), *Background Noise* dan RASTI. Setiap ruangan memiliki nilai parameter akustik yang berbeda bergantung pada fungsinya.

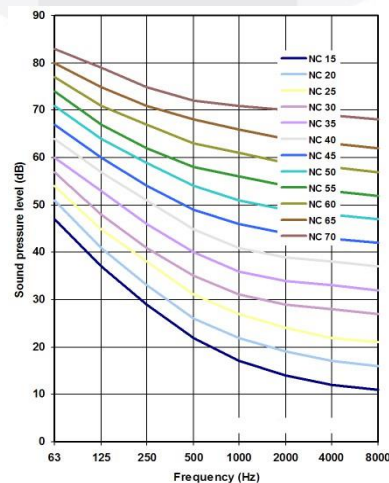
2.2.1 Waktu Dengung

Waktu dengung dapat disebut juga dengan *Reverberation time*. Waktu dengung adalah waktu yang dibutuhkan suatu ruang untuk meluruhkan energi suara sebesar 60 dB sejak sumber suara dimatikan [4]. Untuk referensi *room for speech* mempunyai rentan nilai 0,6-0,8 detik.

2.2.2 Background noise

Pengukuran *background noise* dilakukan untuk mengetahui besar *noise criteria* (NC) terhadap kondisi kebisingan lingkungan baik dari dalam maupun luar ruang. *Background noise* adalah suara yang terdengar hanya dari ruang tersebut. Suatu ruang tertutup akan mempunyai bising latar belakang yang dihasilkan oleh peralatan mekanik maupun elektrik di dalam ruangan[4]. Nilai tingkat kebisingan yang diijinkan adalah maksimal berkisar antara 80-94dB[4].

Berikut adalah kurva kriteria kebisingan untuk menentukan nilai kebisingan dengan band oktaf level pada grafik sebagai berikut.



Gambar 1. Kriteria kebisingan *indoor NC Curve* [5]

2.2.3 Listening level (LL)

Listening level adalah keseragaman tingkat tekanan suara disetiap titik pengukuran . *Listening level* berhubungan langsung dengan tingkat tekanan suara (Lp) yaitu nilai dari Lp harus < 10 dB untuk semua frekuensi karena telinga manusia tidak mampu membedakan suara yg > 10 dB[1].

2.2.4 RASTI

RASTI memiliki *index* 0 sampai 1 yaitu menunjukkan sejauh mana saluran transmisi menurunkan kejelasan ucapan [3]. *Index* tersebut didapat dari pengukuran yang diukur dengan modulasi sinyal antara posisi pemancar dan penerima. Berikut adalah untuk mencari nilai STI :

$$STI = \frac{15}{30} \text{ dB} \tag{3}$$

Untuk kalkulasi STI menjadi RASTI didapat sebagai berikut dengan nilai yang dianalisis pada frekuensi 500Hz dan 2000Hz. Frekuensi modulasinya adalah 1.0, 2.0, 4.0 dan 8.0 untuk 500 Hz, dan 0,7, 1,4, 2,8, 5,6 dan 11,2 Hz untuk 2000 Hz. Mengikuti prosedur di atas, 9 STI diperoleh secara total. RASTI diperoleh dengan menjumlahkan STI tanpa koefisien pembobotan.

$$RASTI = \sum_{i=1}^9 STI_i \tag{4}$$

3. Pembahasan

3.1. Hasil Pengukuran dan Simulasi Model Existing

Validasi yang dilakukan menggunakan metode pendekatan dengan menyamakan nilai *reverberation time* pada pengukuran lapangan dengan hasil pemodelan. Hasil dari simulasi harus memenuhi kondisi awal ruangan dengan nilai parameter akustik yang sama. Data *Reverberation time* dikatakan valid jika selisih antar pengukuran tidak lebih dari 5%[6]. Berikut adalah perbandingan antara nilai pengukuran lapangan dengan nilai simulasi :

Tabel 1. Perbandingan nilai *Reverberation time* hasil pengukuran lapangan dengan Simulasi.

Nilai <i>Reverberation Time</i> (s)						
Frekuensi	125	250	500	1k	2k	4k
Pengukuran Lapangan	0,51	0,53	0,5	0,49	0,47	0,52
Hasil Validasi	0,54	0,52	0,48	0,52	0,5	0,5

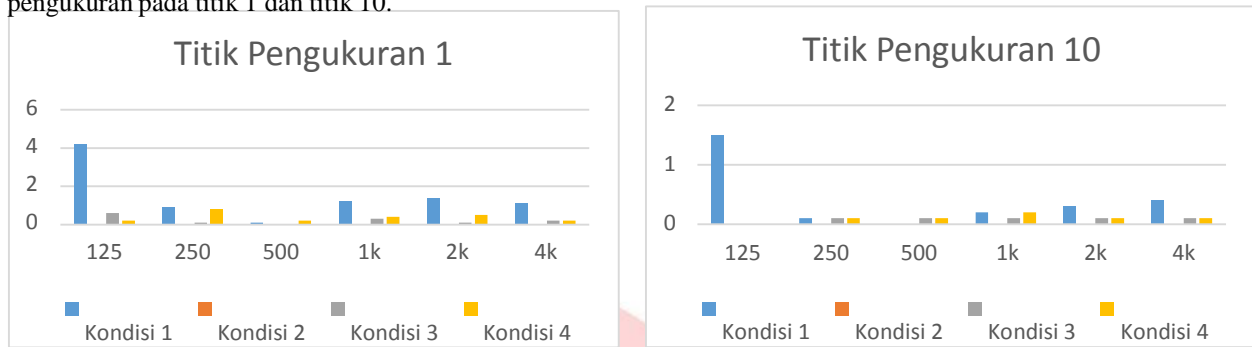
3.2 Simulasi Akustik Asimetris dan Simetris

Simulasi geometri yang dilakukan dengan asimetri existing (kondisi 1) akan dipotong menjadi 7,64m x 6,1m x 3,34m (kondisi 2), ditambahkan menjadi 8,97m x 6,1m x 3,34m (Kondisi 3) luasnya menjadi simetris dan membuat kondisi 3 dengan mengubah langit-langit asimetris seperti kondisi real (Kondisi 4). Fungsi penambahan dan perpotongan menjadi simetris adalah untuk membandingkan bentuk geometri asimetris dan simetris terhadap pengaruh pembentukan medan suara dan parameter akustik. Berikut adalah hasil nilai parameter akustik *Reverberation time*, *Listening level* dan RASTI hasil dari model simulasi asimetris :

Tabel 2. Hasil parameter akustik dengan mengubah koefisien absorpsi dan bentuk geometri ruang

Simulasi parameter akustik asimetris dan simetris							
RASTI	Kondisi 1,2,3,4	Sangat Baik					
RT (s)	Frekuensi	125	250	500	1k	2k	4k
	Kondisi 1	0,6	0,6	0,62	0,62	0,74	0,7
	Kondisi 2	0,7	0,64	0,78	0,68	0,7	0,6
	Kondisi 3	0,6	0,52	0,52	0,5	0,64	0,7
	Kondisi 4	0,7	0,72	0,74	0,66	0,56	0,58

Pada parameter *reverberation time* dengan kondisi 3 dan kondisi 4 tidak memenuhi kriteria karena pada kondisi tersebut dengan frekuensi tertentu suara akan diserap dibandingkan dipantulkan sedangkan RASTI dengan semua kondisi memenuhi kriteria *room for speech*. Berikut adalah selisih nilai L_p pada frekuensi 125 Hz - 4kHz dengan titik pengukuran pada titik 1 dan titik 10.

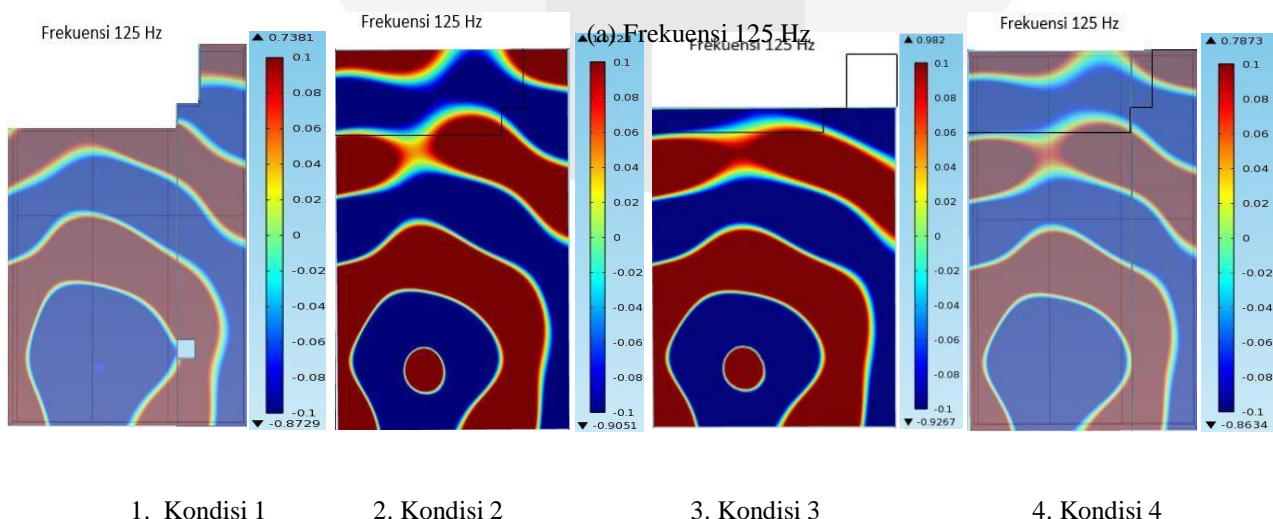


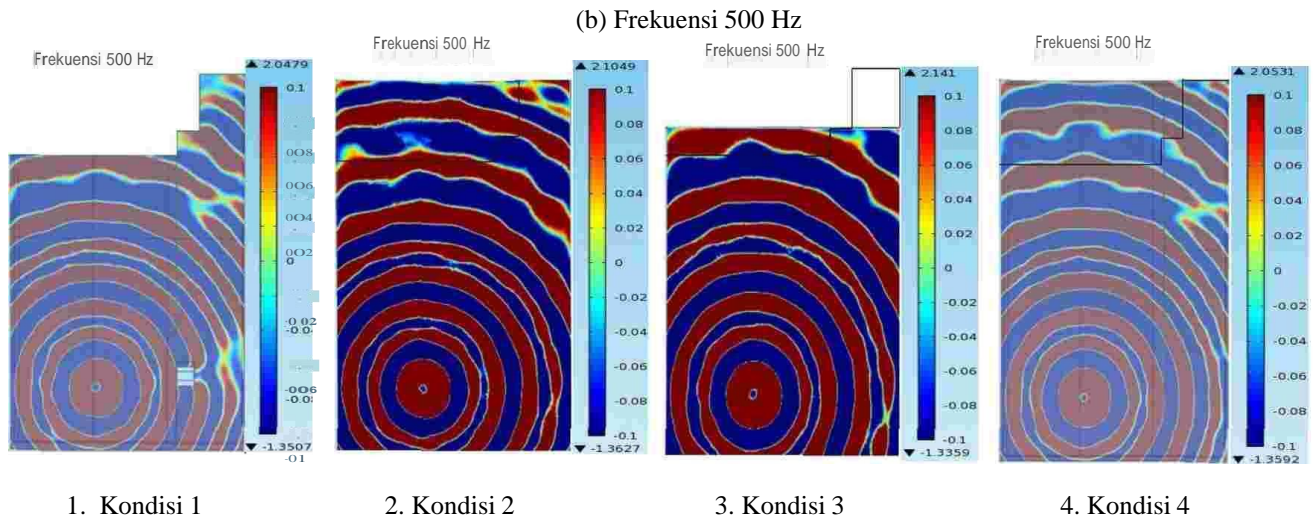
Gambar 2. Selisih nilai L_p pada frekuensi 125 Hz - 4kHz

Analisis perfrekuensi dilakukan untuk melihat pengaruh kinerja akustik karena pada parameter akustik listening level tidak memiliki perbedaan yang signifikan oleh karena itu dilakukan analisis perfrekuensi. Pada titik pengukuran 1 dengan frekuensi rendah memiliki perbedaan nilai pada kondisi 1 lebih tinggi dibanding pada kondisi yang berbeda dan pada frekuensi tinggi dengan kondisi 1 memiliki nilai tertinggi dibanding kondisi yang lainnya. Perubahan selisih tersebut terjadi karena dipengaruhi oleh bentuk geometri ruang dan material penyusun ruang. Akan tetapi setelah melakukan analisis perfrekuensi tidak semua frekuensi memenuhi syarat LL hanya pada frekuensi rendah.

3.2.1 Pemodelan Pembentukan Medan Suara Asimetris

Simulasi pemodelan pembentukan medan suara dengan menggunakan *software Comsol*. *Software Comsol* menggunakan metode *finite element* yaitu metode numerik untuk memperoleh pendekatan solusi sistem yang memiliki nilai batas (Boundary Value) dengan persamaan diferensial. Solusi dari sistem yang digunakan pada metode ini adalah dengan menggunakan sekumpulan titik yang disebut sebagai *nodes* yang saling terhubung membentuk kisi-kisi yang disebut *mesh*. *Mesh* dirancang untuk memiliki sifat material dan struktural yang berinteraksi jika diberi beban atau gangguan. Berikut adalah hasil dari simulasi pembentukan medan suara dengan kondisi 1,2 dan 3 pada frekuensi 125 Hz.





Gambar 2. Hasil pemodelan pembentukan medan suara

Sumber suara pada comsol merupakan sumber titik dengan hasil pola gelombang merupakan gelombang bola. Perbedaan geometri ruang mempengaruhi pembentukan medan suara, terlihat pada pola gelombang kondisi 1 dengan geometri asimetris tidak memiliki pola awal gelombang bola sedangkan pada kondisi 2 dan kondisi 3 memiliki pola awal gelombang bola. Oleh karena itu bentuk geometri ruang sangat mempengaruhi pola pembentukan medan suara walaupun sumber suara pada setiap kondisi sama. Sumber suara diidentitaskan dengan titik kecil berwarna merah/biru pekat pada ukuran panjang, lebar, tinggi (1.5m, 3.86m, 0.8m). Setiap frekuensi mempunyai pola gelombang bola yang memiliki diameter berbeda dikarenakan amplitudo pada daerah tertentu dapat maksimal dengan pola merah dan minimal dengan pola biru dengan jarak pola peregangan gelombang pada frekuensi 125 Hz memiliki panjang gelombang lebih besar dibanding frekuensi 500 Hz sedangkan sebaliknya untuk jarak pemampatan gelombang karena pada frekuensi 500 Hz lebih rapat dibandingkan dengan frekuensi 125 Hz.

3.3 Hasil Perbandingan Asimetris dan Simetris dengan Auralisasi

Parameter subjektif yang dilakukan adalah dengan menggunakan auralisasi, auralisasi merupakan bagian dari *software CATT acoustic*. Auralisasi yang dilakukan dipemodelan ini adalah untuk mengetahui respon kepekaan pendengar pada frekuensi tertentu diruangan tersebut. Peneliti melakukan analisis pada parameter subjektif dengan menyebar kuisisioner kepada 100 narauji berbeda untuk mendengarkan sample suara yang terdapat pada *software CATT*. Mahasiswa akan mendengarkan suara untuk membandingkan ruang asimetris maupun simetris dan menyatakan ruang tersebut jika diberikan sebuah suara akan terdengar jelas atau tidak. Berikut adalah hasil kuisisioner auralisasi yang dilakukan peneliti :

Tabel 6 Tabel hasil kuisisioner auralisasi

Kondisi/Keterangan	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4
Sangat Jelas (%)	8	2	1	4
Jelas (%)	28	18	13	19
Cukup (%)	1	-	3	3
Tidak Jelas (%)	-	-	-	-

Pada kondisi 1 sebanyak 8 nara uji memilih keterangan sangat jelas, 28 nara uji memilih keterangan jelas dan 1 nara uji memilih keterangan cukup, kondisi 2 sebanyak 2 nara uji memilih keterangan sangat jelas dan 18 nara uji memilih keterangan jelas, kondisi 3 sebanyak 1 nara uji memilih sangat jelas, 13 memilih keterangan jelas dan 3 nara uji memilih keterangan cukup, kondisi 4 sebanyak 4 nara uji memilih keterangan sangat jelas, 19 narauji memilih keterangan jelas dan 3 nara uji memilih keterangan cukup. Total dari kuisisioner tersebut terlihat bahwa nara uji lebih banyak memilih kondisi 1 dengan kriteria jelas dibanding kondisi dan kriteria lain. Dapat disimpulkan pada penelitian ini dari

keseluruhan kondisi bawah parameter objektif tidak mempengaruhi parameter subjektif. Pada kondisi selain kondisi 1 yaitu kondisi 4 yang memiliki 19% dengan kriteria jelas memiliki nilai parameter objektif yang tidak sesuai akan tetapi sebanyak 19 nara uji memilih ruangan tersebut, selain hasil dari parameter objektif suara yang diterima pendengar dipengaruhi oleh geometri ruang serta pemantulan dan penyerapan dari bahan material yang terekspos suara.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbedaan parameter objektif dan parameter subjektif adalah pada parameter objektif menghasilkan nilai parameter akustik seperti RT, RASTI, dan Lp sedangkan parameter subjektif berhubungan dengan kenyamanan dan kejelasan yang didengar oleh narauji berikut hasil kuisioner auralisasi dengan jumlah 28% dari 100 narauji memilih kondisi 1 dengan kriteria jelas, 19% memilih kondisi 4 dengan kriteria jelas, 18% memilih kondisi 2 dengan kriteria jelas, 13% memilih kondisi 3 dengan kriteria jelas, 8% memilih kondisi 1 dengan kriteria sangat jelas, 4% memilih kondisi 4 dengan kriteria sangat jelas, 3% pada kondisi 3 dan kondisi 4 dengan kriteria cukup, 2% pada kondisi 2 dengan kriteria sangat jelas, dan 1% pada kondisi 1 dengan kriteria cukup serta kondisi 3 dengan kriteria sangat jelas.
2. Perubahan geometri berpengaruh terhadap nilai parameter akustik seperti RASTI, RT, Lp pada seluruh frekuensi berikut nilai parameter akustik RT pada kondisi 1 memiliki nilai antara 0,6s-0,74s kondisi 2 antara 0,6s-0,78s kondisi 3 antara 0,5s-0,7s dan kondisi 4 antara 0,56s-0,74s, RASTI memiliki kriteria sangat baik pada semua kondisi, dan Lp pada frekuensi 125Hz memiliki rentang nilai 64dB-77dB frekuensi 250Hz antara 66dB-82dB frekuensi 500Hz antara 67dB-82dB frekuensi 1kHz antara 61dB-76dB frekuensi 2kHz antara 49dB-69dB dan frekuensi 4kHz antara 48dB-63dB.
3. Propagasi gelombang suara pada frekuensi yang sama atau 125 Hz berbeda pada pola awal gelombang dan amplitudo untuk setiap perubahan geometri.

Daftar Pustaka

- [1] Kinsler . L.E, *Fundamental of Acoustics*, New York : Platino, 1976
- [2] D. A. B. a. C. H. Hansen, *Engeering Noise Control Theory and Practice*, New Fetter Lane, London: E & FN Spon, 1988.
- [3] A. P.O, "Relation between rapid speech transmission index (RASTI) and other acoustical and architectural measures in churches," *Applied Acoustics*, vol. 1, no. 58, pp. 33-49, 1999.
- [4] D. W. Wardhana, "Desain Ulang Meeting Room P3AI ITS untuk perbaikan Kualitas Akustik Video Conference," *JURNAL TEKNIK POMITS*, vol. 2, no. 2, pp. D144-D149, 2007.
- [5] R. M. Kadarisman, "Analisa Bising Latar Belakang, Distribusi Tingkat Tekanan Suara dan Waktu Dengung diruang Sidang Fisika FMIPA ITS surabaya," pp. 1-9, 2008.
- [6] J. Rindel, "Prediction of acoustical parameter for open plan offices," *Acoustics*, p. 1, 2012.
- [7] D. Hedy C Indrani, "STUDI PENERAPAN SISTEM AKUSTIK PADA RUANG KULIAH *AUDIO VISUAL*," *DIMENSI INTERIOR*, vol. 9, no. 2, pp. 97-107, 2011.