

DESAIN AKUSTIK RUANG SHOLAT MASJID AGUNG DARUSSALAM PALU

Muhammad Nadjib Massikki*

Staf Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Arsitektur – Universitas Tadulako

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan alternatif desain ruang sholat Masjid Agung Darussalam sesuai dengan standar nilai waktu dengung yang diizinkan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penurunan nilai waktu dengung pada kondisi ruangan penuh jamaah dan setengah penuh. Nilai waktu dengung pada kondisi ruangan penuh jamaah berkisar antara 2.57 – 3.69 detik (frekuensi 125Hz-2000 Hz). Sedangkan pada kondisi setengah penuh nilai waktu dengung berkisar antara 3.04 – 4.50 detik. Pendekatan studi desain ruang sholat yang memenuhi standar nilai waktu dengung yang diizinkan berkisar antara 2.20 – 2.75 detik sebagai usaha untuk menekan cacat akustik.

Kata kunci : Desain, Akustik, Ruang sholat

PENDAHULUAN

Hakekat dari mesjid adalah tempat melakukan segala aktivitas yang berkaitan dengan kepatuhan kepada Allah semata. Oleh karena itu, mesjid dapat diartikan lebih jauh, bukan hanya sekedar tempat bersujud, pensucian, tempat shalat dan bertayammum, namun juga sebagai tempat melaksanakan segala aktivitas kaum muslim berkaitan dengan kepatuhan kepada Allah SWT.

Kegiatan yang sering dilakukan di dalam masjid adalah kegiatan yang membutuhkan kejelasan penyampaian suara, melaksanakan sholat berjamaah, khutbah dan ceramah keagamaan. Pengucapan kata atau silabi yang terdengar secara jelas dan terpisah dengan baik serta tidak terjadi pengucapan kata yang kabur merupakan fungsi waktu dengung. Ruang sholat masjid yang memenuhi syarat adalah penyediaan waktu dengung yang cukup pendek ($\pm 2.20 - 2.75$ detik).

Berdasarkan hasil simulasi model existing ruang sholat Masjid Agung Darussalam dengan menggunakan perangkat lunak *Ecotect-Acoustic v5.20* menunjukkan bahwa nilai waktu dengung (RT60) untuk setiap frekuensi berkisar antara 3.22 - 5.74 detik dengan nilai RT60 tertinggi berada pada

frekuensi 1000Hz. Secara umum parameter tersebut tidak memenuhi nilai standar yang dipersyaratkan. Nilai waktu dengung yang ditunjukkan oleh parameter tersebut mengindikasikan bahwa adanya penurunan kejelasan suara ucapan di dalam ruang sholat Masjid Agung Darussalam sehingga kejelasan suara ucapan sangat sulit untuk dibedakan oleh pendengar/jamaah. Disamping itu, kubah dengan dimensi yang besar serta penerapan material yang tidak tepat menyebabkan gema (*Echo*) sangat dominan terjadi di tengah ruangan.

Masjid agung Darussalam sebagai tempat sarana ibadah yang selayaknya menerapkan pendekatan studi desain ruang sholat yang memenuhi standar nilai waktu dengung yang diizinkan berkisar antara 2.20 – 2.75 detik sebagai usaha untuk menekan cacat akustik.

Agung Darussalam yang sesuai dengan standar nilai waktu dengung yang diizinkan. Usaha untuk mengetahui kualitas suara, maka di diperlukan adanya :

- identifikasi posisi bidang serap dan pantul di dalam ruangan dengan melakukan simulasi terhadap perjalanan suara, bahan dan material,

- b. Identifikasi mengenai prinsip-prinsip penyelesaian bahan untuk menurunkan waktu dengung yang terlalu panjang.
- c. Simulasi uji hasil sebagai kontrol terhadap target waktu dengung yang ingin dicapai.

Manfaat Penelitian ini adalah untuk mengetahui mengkaji ulang desain interior Masjid Agung Darussalam dengan pendekatan studi waktu dengung diharapkan dapat menurunkan nilai waktu dengung yang terlalu panjang. Sesuai Standar nilai waktu dengung yang diizinkan untuk masjid, yaitu berkisar antara 2.20 – 2.75 detik.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pengertian Akustik

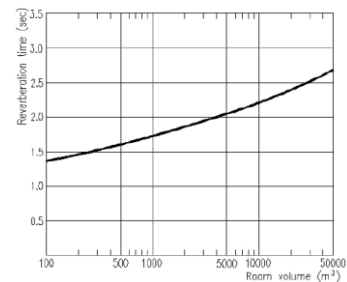
Akustik bertujuan untuk mencapai kondisi pendengaran suara yang sempurna yaitu murni, merata, jelas dan tidak berdengung berlebihan sehingga sama seperti aslinya, bebas dari cacat akustik. Untuk mencapai kondisi tersebut sangat tergantung dari faktor keberhasilan perancangan akustik ruang, konstruksi dan material yang digunakan. Problem-problem akustik dianalisa dengan berdasarkan pada lima faktor yaitu ; sumber suara, perambatan suara, penerimaan suara, intensitas suara dan frekuensi suara.

2. Parameter Akustik

Kriteria yang sering dipakai untuk mengukur kualitas akustik sebuah ruang adalah parameter subjektif dan objektif. Parameter subjektif lebih banyak ditentukan oleh persepsi individu, berupa penilaian terhadap seorang pembicara oleh pendengar dengan nilai indeks antara 0 sampai 10. Parameter subjektif meliputi intimacy, spaciousness, fullness, dan overall impression. Parameter-parameter tersebut digunakan sesuai dengan kebutuhan. ruangan dengan penekanan fungsi percakapan (speech), maka waktu dengung (Reverberation Time) adalah

parameter yang sangat menentukan dalam pengukuran tingkat kejelasan suara.

Waktu dengung (Reverberation Time) sangat menentukan dalam mengukur tingkat kejelasan suara (speech). Masjid yang memiliki waktu dengung terlalu panjang akan menyebabkan penurunan kejelasan suara ucapan (speech intelligibility), karena suara langsung masih sangat dipengaruhi oleh suara pantulnya. Sedangkan masjid dengan waktu dengung yang terlalu pendek akan mengesankan ruangan tersebut “mati”.



Gambar 1. Nilai RT yang Disarankan Untuk Masjid

Di dalam ruang tertutup nilai waktu dengung proporsional dengan volume ruang dan proporsional terbalik dengan luas bidang serap (luas bidang ruang dikali koefisien serapnya). Sedangkan untuk ruangan yang tersusun dari bidang batas yang tidak terlalu menyerap, seperti masjid, formula Sabine lebih tepat digunakan. Adapun formula Sabine berwujud sebagai berikut :

$$RT = \frac{0.16 V}{A}$$

Dengan :

RT = waktu dengung (detik)

V = volume ruangan

A = total absorpsi dari masing-masing permukaan bidang batas ruangan (m²), yaitu

$$= \sum (\text{luas permukaan}) \times \text{koefisien absorpsi}.$$

3. Efek Faktor Geometri Ruang pada Akustik

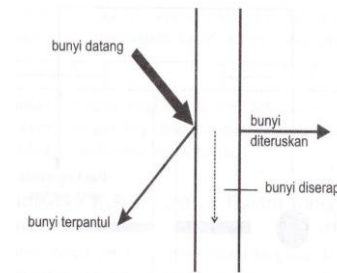
Faktor geometri memegang peranan penting di dalam mengatur waktu dengung.

Perjalanan suara (*sound path*) di dalam ruang menghasilkan panjang pendek suara yang dipengaruhi oleh berulangnya suara terpantul dan nilai penyerapan energi yang terjadi. Energi suara merupakan energy gelombang yang merambat melalui udara dan bergerak dengan perilaku sesuai hukum-hukum gerak gelombang. Suara mengalir dengan kecepatan 343,7 m/s pada temperatur udara 20° C dan pada keadaan langsung suara diterima oleh pendengar dalam waktu antara 0,01 sampai 0,2 detik. Selanjutnya, suara pantul yang terawal akan datang secara tipikal dalam jangka waktu 50 milidetik. Energi suara yang datang kemudian sudah lemah dan amplitudo mengecil, yang dikenal dengan istilah *reverberant sound or late reflections*.

Volume ruang juga dipertimbangkan sebagai pendekatan awal perancangan waktu dengung. Volume dapat dispesifikasi dengan volume per orang untuk memperoleh pendekatan desain waktu dengung yang lebih ideal. Untuk ruang yang sangat besar dan panjang, waktu dengung akan lebih dipengaruhi oleh jarak (*distance*) daripada efek pantul (*depth*) (Barron, 1993). Pada umumnya ruang dengan dimensi yang besar (secara diagonal) akan mendukung penciptaan suara resonansi frekuensi rendah. Sedangkan dari segi volume, hal ini lebih berpengaruh pada pemenuhan ruang dengan energi suara yang berefek pada intensitas suara (*loudness – sound pressure*). Pada ruang dengan volume yang besar sumber suara alami manusia relatif sulit untuk memenuhi, sehingga biasanya dibantu dengan pengeras suara elektrik atau *loudspeaker*.

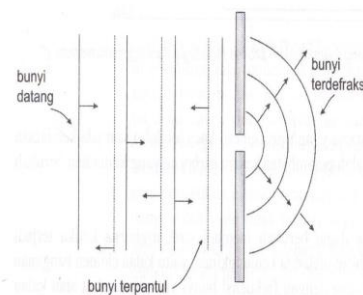
Kondisi bunyi di dalam ruang tertutup bisa dianalisa dalam beberapa sifat yaitu: bunyi langsung, bunyi pantulan, bunyi yang diserap oleh lapisan permukaan, bunyi yang disebar, bunyi yang dibelokkan, bunyi yang ditransmisi, bunyi yang diabsorpsi oleh

struktur bangunan, dan bunyi yang merambat pada konstruksi atau struktur bangunan (Suptandar, 2004).



Gambar 2. Sifat Bunyi yang Mengenai Bidang

Sumber : Mediastika, 2005



Gambar 3. Sifat Bunyi yang Mengenai Bidang Bercelah

Sumber : Mediastika, 2005

Perambatan gelombang bunyi yang mengenai obyek akan mengalami pemantulan, penyerapan, dan penerusan bunyi, yang karakteristiknya tergantung pada karakteristik obyek. Perambatan gelombang bunyi yang mengenai bidang batas dengan celah akan mengalami defraksi (Mediastika, 2005). Hal inilah yang terjadi pada bunyi pada ruangan yang berlubang.

Refleksi atau pemantulan bunyi oleh suatu obyek penghalang atau bidang batas disebabkan oleh karakteristik penghalang yang memungkinkan terjadinya pemantulan. Pada ruangan yang memiliki bidang batas yang memiliki kemampuan pantul yang besar akan terjadi tingkat pemantulan yang besar, sehingga tingkat kekerasan bunyi pada titik-titik berbeda dalam ruangan tersebut lebih kurang sama. Pada keadaan ini, ruang mengalami difus.

Pemantulan suara bisa digambarkan sebagai berikut: pantulan ke fokus, pantulan

menyebar, dan pantulan terkendali (Suptandar, 2004). Dalam ruangan, suara yang memantul akan mempengaruhi kejelasan suara. Terkadang pemantulan suara bisa meningkatkan intensitas suara dan membuat suara menjadi lebih jernih, tapi jika suara itu datang terlambat ke penerima, maka akan menimbulkan gema. *Reverberation time* merupakan indikator penting untuk ruang pembicaraan.

Dalam akustik lingkungan unsur-unsur berikut dapat menunjang penyerapan bunyi:

- Lapisan permukaan dinding, lantai, atau atap
- Isi ruang seperti penonton, bahan tirai, tempat duduk dengan lapisan lunak, dan karpet
- Udara dalam ruang

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisiensi penyerapan bunyi. Koefisiensi penyerapan bunyi suatu permukaan adalah bagian energi bunyi yang datang yang diserap, atau tidak dipantulkan oleh permukaan. Koefisiensi ini dinyatakan dalam huruf greek α . Nilai α dapat berada antara 0 dan 1 (Doelle, 1972).

Difusi bunyi atau penyebaran bunyi terjadi dalam ruang. Difusi bunyi yang cukup adalah ciri akustik yang diperlukan pada jenis-jenis ruang tertentu, karena ruang-ruang itu membutuhkan distribusi bunyi yang merata dan menghalangi terjadinya cacat akustik yang tidak diinginkan (Doelle, 1972).

Difraksi adalah gejala akustik yang menyebabkan gelombang bunyi dibelokkan atau dihamburkan sekitar penghalang seperti sudut, kolom, tembok, dan balok. Difraksi di sekeliling penghalang, lebih nyata pada frekuensi rendah dari pada frekuensi tinggi.

Refraksi adalah membeloknya gelombang bunyi karena melewati atau memasuki medium perambatan yang memiliki kerapatan molekul berbeda (Mediastika, 2005).

Bentuk merupakan unsur yang ikut mendukung pengkondisian suara suatu ruang sebagai elemen nonstruktural, tapi bisa juga sebagai elemen struktural.

a. Bentuk Cekung

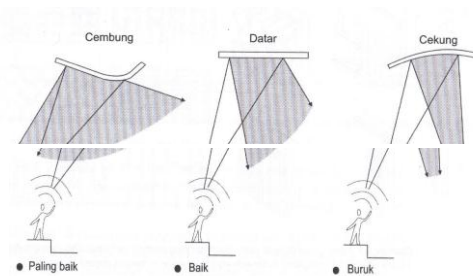
Bentuk cekung yang memiliki permukaan datar atau rata dapat berfungsi sebagai akustik bila diletakkan dengan kemiringan agar memiliki arah pantulan. Bentuk akustik datar dapat diolah untuk mengarahkan suara ke daerah penerima yang luasnya ditentukan oleh besar kemiringan atau sudut datang gelombang agar mampu meningkatkan jumlah pantulan dan mengurangi cacat bunyi berupa gema melalui TDG (Perbedaan jarak dengung) (Suptandar, 2004).

b. Bentuk Cembung

Bentuk cembung merupakan bentuk pemantul suara yang baik karena memiliki sifat penyebar gelombang suara yang ikut mendukung kondisi difusi akustik ruang. Bentuk cembung bisa menciptakan kejelasan suara dari berbagai arah yang cukup luas dan menyebar.

c. Bentuk Datar

Bentuk akustik datar sifatnya paling sederhana dan jelas. Bentuk akustik datar dengan teknik geometri akan memberikan suara yang jelas kepada para penonton yang duduk di deret paling belakang tanpa cacat dan perbedaan tempo penerimaan (Suptandar, 2004).



Gambar 4. Pemantulan yang Terjadi pada Bidang Batas Cembung, Datar, dan Cekung

Sumber : Mediastika, 2005

Menurut Mehta dkk (1999), Desain ruang untuk kegiatan pembicaraan dipengaruhi oleh lima faktor :

- a. Memberikan *reverberation time* optimum
- b. Mengeliminasi cacat akustik
- c. Memaksimalkan kekerasan
- d. Meminimalkan tingkat kebisingan dalam ruangan
- e. Menyediakan sound sistem buatan di tempat yang dibutuhkan.

4. Bahan dan Material

Sesuai dengan karakteristik materialnya, sebuah bidang batas selain dapat memantulkan kembali gelombang bunyi yang datang, juga dapat menyerap gelombang bunyi. Penyerapan oleh elemen pembatas ruangan sangat bermanfaat untuk mengontrol waktu dengung (*reverberation time*).

Pemilihan bahan akustik perlu di pertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Mempunyai koefisien serap (α) yang sesuai dengan kebutuhan penyerapan.
- b. Penampilan sesuai dengan karakter estetik ruangan.
- c. Tahan terhadap api.
- d. Biaya pemasangan memadai.
- e. Pemasangan mudah.
- f. Awet, dapat menahan kondisi kerja tertentu (suhu, kelembaban, dan lain-lain), tahan terhadap uap air dan kondensasi, tahan terhadap jamur.
- g. Perawatan mudah.
- h. Keterpaduan dengan elemen-elemen lain dalam ruangan (pintu, jendela, dan lain-lain).
- i. Tidak terlalu berat, jika mungkin mudah digeser.

Nilai maksimum (α) adalah 1 untuk permukaan yang menyerap (mengabsorpsi) sempurna, dan minimum adalah 0 untuk permukaan yang memantulkan (merefleksi) sempurna.

Adapun jenis-jenis absorber yang umumnya dijumpai adalah :

1. Material berpori, bermanfaat untuk menyerap bunyi yang berfrekuensi tinggi, sebab pori-porinya yang kecil sesuai dengan besaran panjang gelombang bunyi yang datang. Material berpori efektif untuk menyerap bunyi berfrekuensi di atas 1000 Hz. Material berpori yang banyak digunakan adalah : *soft-board*, selimut akustik, dan *acoustic tile*.
2. Panel penyerap, material dari lembaran-lembaran atau papan tipis yang mungkin saja tidak memiliki permukaan berpori. Cara atau proses penyerapannya adalah sebagai berikut:
 - a) Panel/papan atau lembaran dipasang sebagai finishing dinding atau plafon. Pemasangannya tidak menempel pada elemen ruang secara langsung, tetapi pada jarak (dengan space) tertentu berisi udara
 - b) Pada saat gelombang bunyi datang menimpa panel, panel akan ikut bergetar (sesuai frekuensi gelombang bunyi yang datang) dan selanjutnya meneruskan getaran tersebut pada ruang berisi udara di belakangnya.
 - c) Penyerapan maksimum akan terjadi bila panel ber-resonansi akibat memiliki frekuensi bunyi yang sama dengan gelombang yang datang.

5. Sistem Perkuatan Bunyi secara buatan

Sistem perkuatan (*sound reinforcing system*) dan perbaikan kualitas bunyi secara buatan adalah pengolahan gelombang bunyi dengan bantuan peralatan elektronik untuk mencapai tujuan tertentu. Pedoman umum yang sering digunakan sebagai acuan untuk menentukan apakah suatu ruangan dengan banyak pemakai membutuhkan sistem perkuatan bunyi buatan (*sound system*) sebagai berikut :

1. Keadaan akustik alamiah ruangan sudah sangat baik, yaitu ruangan telah memiliki tingkat *reverberation* yang cukup untuk menyebarkan bunyi pada pemakai dalam jumlah tertentu, dalam hal ini penggunaan perkuatan bunyi buatan tidak diperlukan.
2. Ruangan dengan kapasitas 500 orang dengan penyelesaian akustik alamiah yang baik umumnya tidak memerlukan perkuatan bunyi buatan.
3. Ruangan dengan kapasitas 500 - 1000 orang mungkin saja memerlukan perkuatan bunyi buatan, tergantung pada kualitas akustik alamiah pada ruangan tersebut.
4. Ruangan dengan kapasitas diatas 1000 orang umumnya memerlukan perkuatan bunyi buatan, sebab akustik alamiah tidak dapat memberikan kualitas bunyi yang baik.

Sistem bunyi buatan (*electronic sound system*) memiliki beberapa komponen antara lain :

1. Mikrofon (*microphone*), bertugas mengubah gelombang bunyi (energy bunyi) menjadi sinyal listrik. Untuk menghindari terjadinya *feedback* (peristiwa masuknya kembali bunyi dari speaker ke dalam mikrofon), sebaiknya mikrofon tidak terletak pada jangkauan distribusi *speaker*. Menurut mobilitasnya, perletakan mikrofon dibedakan menjadi :
 - a. Perletakan statis yaitu sistem perletakan yang tidak mudah dijangkau manusia, sehingga tidak mudah diubah-ubah posisinya, misalnya perletakan dengan digantung pada plafon.
 - b. Perletakan semi statis adalah sistem perletakan mikrofon dengan menggunakan penyangga (*stand*). Stand mikrofon dapat berupa *stand* untuk penyaji berdiri dan untuk penyaji duduk.

- c. Perletakan secara dinamis adalah sistem perletakan mikrofon yang bisa dipindah atau dibawa menurut kebutuhan. Jenis mikrofon ini bisa berupa jenis mikrofon tanpa kabel (*wireless*) atau mikrofon kecil yang dijepit pada leher baju (*handsfree microphone*).

2. Penguat (amplifier), bertugas memperkuat sinyal listrik yang berasal dari mikrofon.
3. Loudspeaker (pengeras suara/pelantang), bertugas mengubah sinyal listrik yang telah diperkuat menjadi gelombang bunyi kembali yang lebih keras dari bunyi asli. ndah (*woofer*) dengan frekuensi 150-500Hz.

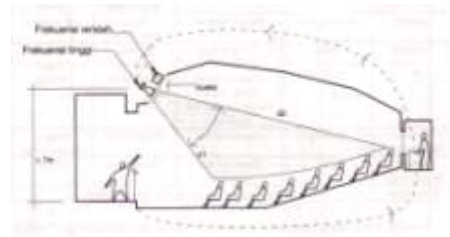
Perletakan *speaker* terhadap pendengar memberikan pengaruh sangat besar terhadap kualitas bunyi yang akan diterima oleh pendengar. Meskipun telah digunakan mikrofon dan sistem ekualisasi yang baik, namun apabila perletakan speaker tidak tepat, sangat mungkin terjadi kualitas bunyi yang dihasilkan juga tidak terlalu baik. Ada beberapa tipe penempatan loudspeaker pada sistem bunyi elektronik, sebagai berikut :

- a. Terpusat (central cluster) yaitu sekelompok speaker yang diletakkan di atas sumber bunyi asli, setinggi 7-13m. Dengan penempatan di atas sumber bunyi dan pada posisi dapat terlihat pendengar, maka diharapkan pendengar seolah-olah mendengarkan bunyi asli. Hali ini dimaksudkan agar kesan nyata bagi pendengar dapat terwujud dengan baik.
- b. Tersebar (distributed) yaitu rangkaian speaker di atas audien (pendengar), dengan tingkat kekuatan yang lebih lemah dibandingkan dengan speaker yang digunakan pada perletakan terpusat.

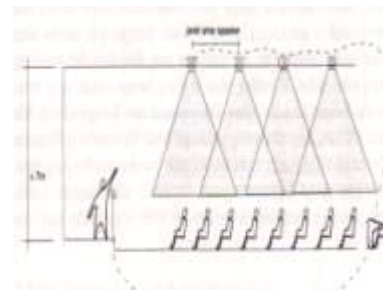
Perletakan menyebar dipilih apabila :

1. Ketinggian plafon lebih rendah dari 6.5 meter.

2. Pendengar tidak dapat berada pada jarak pandang speaker, misalnya pendengar berada di bawah balkon.
- c. Kombinasi dari tipe-tipe di atas. Untuk kombinasi tipe terpusat dan tersebar diperlukan alat penunda bunyi (initial time delay) agar bunyi dari speaker di deretan belakang menunggu datangnya bunyi dari speaker terpusat di depan. Jika tidak, maka pendengar yang duduk di deretan belakang akan mendengar bunyi dari speaker di deretan belakang lebih dulu (karena dia lebih dekat) baru kemudian bunyi dari speaker di depan. Ini sangat mengganggu dan tidak alami.



Gambar 5. Sistem Terpusat



Gambar 6. Sistem Tersebar

Tabel 1. Perbandingan Sistem Penempatan Loudspeaker

Sistem	Kerealistisan bunyi	Keterlihatan loudspeaker	Penunda sinyal elektronik	Biaya peralatan
Sentral	Sangat baik	Sangat terlihat	Tidak dibutuhkan	Rendah
Tersebar	Jelek	Tidak terlalu terlihat bila ditanam	Kadang-kadang diperlukan	Rendah hingga sedang
Tersebar pada kolom	Sdg	Agak terlihat	Diperlukan	Sedang hingga
Kombinasi	Tergantung dari ruangan dan desain sistem			

B. Tinjauan Terhadap Masjid

1. Arti dan Fungsi Masjid

Yulianto S, (2005), menjelaskan bahwa masjid dapat diartikan sebagai tempat dimana saja bersembahyang bagi orang muslim. Hal itu didasarkan pada sabda nabi Muhammad SAW : “ Di manapun engkau bersembahyang maka tempat itulah masjid”. Kata masjid berasal dari kata sajada-sujud, yang berarti patuh, taat, serta tunduk penuh hormat dan takzim. maka hakekat dari mesjid adalah tempat melakukan segala aktivitas yang berkaitan dengan kepatuhan kepada Allah semata.

Masjid memiliki fungsi dan peran yang

dominan dalam kehidupan umat Islam, beberapa di antaranya adalah:

- a. Sebagai tempat beribadah. Sesuai dengan namanya Masjid adalah tempat bersujud, maka fungsi utamanya adalah sebagai tempat ibadah shalat. Sebagaimana diketahui bahwa makna ibadah di dalam Islam adalah luas menyangkut segala aktivitas kehidupan yang ditujukan untuk memperoleh ridha Allah, maka fungsi Masjid disamping sebagai tempat shalat juga sebagai tempat beribadah secara luas sesuai dengan ajaran Islam.
- b. Sebagai tempat menuntut ilmu. Masjid berfungsi sebagai tempat untuk belajar mengajar, khususnya ilmu agama yang

- merupakan *fardlu 'ain* bagi umat Islam. Disamping itu juga ilmu-ilmu lain, baik ilmu alam, sosial, humaniora, keterampilan dan lain sebagainya dapat diajarkan di Masjid.
- c. Sebagai tempat pembinaan jama'ah. Dengan adanya umat Islam di sekitarnya, Masjid berperan dalam mengkoordinir mereka guna menyatukan potensi dan kepemimpinan umat. Selanjutnya umat yang terkoordinir secara rapi dalam organisasi Ta'mir Masjid dibina keimanan, ketaqwaan, ukhuwah imaniyah dan da'wah islamiyahnya. Sehingga Masjid menjadi basis umat Islam yang kokoh.
 - d. Sebagai pusat da'wah dan kebudayaan Islam. Masjid merupakan jantung kehidupan umat Islam yang selalu berdenyut untuk menyebarkan da'wah islamiyah dan budaya islami. Di Masjid pula direncanakan, diorganisasi, dikaji, dilaksanakan dan dikembangkan da'wah dan kebudayaan Islam yang menyahuti kebutuhan masyarakat. Karena itu Masjid, berperan sebagai sentra aktivitas da'wah dan kebudayaan.
 - e. Sebagai pusat kaderisasi umat. Sebagai tempat pembinaan jama'ah dan kepemimpinan umat, Masjid memerlukan aktivis yang berjuang menegakkan Islam secara istiqamah dan berkesinambungan. Patah tumbuh hilang berganti. Karena itu pembinaan kader perlu dipersiapkan dan dipusatkan di Masjid sejak mereka masih kecil sampai dewasa. Di antaranya dengan Taman Pendidikan Al Qur'an (TPA), Remaja Masjid maupun Ta'mir Masjid beserta kegiatannya.
- a. Masjid yang letaknya di jalan besar (jalan protokol)
 - b. Masjid yang letaknya di kampus-kampus dan asrama-asrama
 - c. Masjid yang letaknya di daerah pemusatan industri
 - d. Masjid yang letaknya di daerah baru atau daerah transmigrasi
 - e. Masjid yang letaknya di daerah suku terasing atau daerah perbatasan dengan Negara tetangga
 - f. Masjid yang letaknya di daerah minus tetapi umatnya banyak (daerah masyarakat ekonomi lemah).

Adapun berdasarkan kapasitasnya, disusun tingkatan Masjid sebagai berikut:

- a. Langgar atau mushola, yaitu tempat ibadah yang terletak di dalam atau lingkungan rumah tinggal (lingkup RT), mauoun tempat-tempat public seperti kantor dan pusat perbelanjaan. Masjid ini tidak digunakan untuk sholat Jum'at.
- b. Masjid desa, yaitu masjid yang berada di lingkungan permukiman atau perumahan (RW). Batasan lingkup pelayanannya adalah dapat dipakai untuk sholat jum'at dan juga sholat Id dengan kapasitas jamaah lebih dari 40 orang (100-400 orang)
- c. Masjid besar, yaitu masjid yang memiliki lingkup pelayanan di tingkat kecamatan. Masjid ini digunakan untuk sholat jum'at dan sholat Id dengan kapasitas 1000-2000 jamaah
- d. Masjid raya, yaitu masjid yang merupakan masjid terbesar yang ada di suatu kota /kabupaten. Kapasitas jamaah lebih dari 2000 jamaah.
- e. Masjid agung, masjid yang merupakan masjid terbesar di suatu propinsi. Kapasitas jamaah lebih dari 2000 jamaah
- f. Masjid Negara, yaitu masjid terbesar yang ada di suatu negara.

2. Klasifikasi Bangunan Masjid

Berdasarkan surat Direktorat Jendral Bimas Islam Direktorat Urusan Agama No.I/DI/1/1972 tanggal 8 januari 1972, masjid dapat digolongkan menurut letak dan lingkungannya sebagai berikut:

Abdou (2005) menggunakan metode penelitian simulasi komputer dengan bantuan software. Data input yang dimasukkan hanya berupa bentuk geometri denah masjid. Sementara variabel yang lain yaitu dimensi, material, dan nilai NC diasumsikan sama, karena tujuan penelitiannya memang hanya ingin membandingkan bentuk geometri

denah saja. Macam geometri yang dibandingkan adalah persegi panjang, trapesium, bujur sangkar, segi enam, dan segi delapan. Asumsi dimensi dapat dilihat di tabel 1. Sedangkan asumsi material dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Asumsi Dimensi pada Beberapa Macam Geometri Masjid yang Digunakan Sebagai Obyek Penelitian

Shape	Dimension (W, L, H, m)	Floor Area (m ²)	Volume (m ³)	Wall Surfaces (m ²)	Windows		
					Area (m ²)	To Wall Area %	To Floor Area %
Rectangular	14.40x24.00x4.80	346	1659	387	56	14	16
Trapezoidal	14.40x27.00x4.80	346	1659	373	57	15	16
Square	19.20x19.20x4.50	369	1659	369	52	14	14
Hexagon	Side=11.54 H=4.80	346	1662	332	50	15	14
Octagon	Side=8.45 H=4.80	345	1656	325	52	16	15
	Mean	350.0	1659.0	357.0	53.0	15.0%	15.0%
	Stand.Devision, STD	±10.0	±2.0	±27	±3	±1	±1

Sumber : Abdou, 2005

Tabel 3. Asumsi Material pada Beberapa Macam Geometri Masjid yang Digunakan Sebagai Obyek Penelitian

Surface	Assigned Material	Diffusion Coeficient
Ceiling	Lime, cement plaster	0.25, with beams
Floors	9 mm tuffed pile carpet on felt underlay	0.15
Walls	Concrete blocks with plaster, painted	0.10
Wall Base (height 1.0m)	Cladding of marble tiles	0.10
Qibla Wall niche (mihrab)	Ceramic tiles with smooth surface	0.10
Windows	Single pane og glass, 3mm	0.10
Door	Solid wooden doors	0.10
Congregation (worshippers)	Congregation performing players standing in rows 1.20m apart.	0.70

Sumber : Abdou, 2005

METODE PENELITIAN

Lokasi yang akan menjadi tempat penelitian berada di jalan Wage Rudolph Supratman 13 Palu atau tepatnya berada pada lantai 2 Masjid Agung Darussalam Palu. Rincian spesifikasi bangunan seperti tersebut di bawah ini :

Luas Bangunan	: 4096 M ²
Luas Rg.Sholat	: 2290 M ²
Kapasitas	: ±3141 orang

Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian Kuantitatif yang dalam pengumpulan, analisa dan penyajiannya berupa angka-angka. Data yang dikumpulkan berupa kondisi fisik interior masjid antara lain:

- Ukuran/dimensi ruang : Lantai, dinding, plafon, kolom, pintu dan & jendela, ventilasi dan kubah
- Bahan dan material yang digunakan
- Bentuk dan geometri bidang pembentuk ruangan. Data tersebut di atas diterjemahkan ke dalam bentuk gambar 3 dimensi menggunakan perangkat lunak (*software*) *Ecotect v5.20* sehingga dapat dilakukan simulasi.
- Simulasi hasil pengumpulan data di lapangan akan dianalisa menggunakan alat bantu berupa program komputer (*software*) akustik yaitu *Ecotect v5.20*

Untuk mencapai tujuan dari penelitian, maka data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisa dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Tahap I : Pengukuran kualitas akustik (RT60) interior masjid Agung Darussalam (model eksisting) secara statistik dengan menggunakan metode simulasi komputer (*Ecotect v5.20*). Selain itu juga hasil analisa simulasi akan dibandingkan dengan hasil analisa secara manual (*mathematic analysis*) sehingga dapat diketahui sejauh mana kevalidan data hasil simulasi.

- Tahap II : Simulasi perjalanan suara di dalam ruangan menggunakan software *Ecotect v5.20*. Hasil simulasi dapat dijadikan acuan untuk menentukan posisi dan luasan bidang serap dan pantul di dalam ruangan.
- Tahap III : Penggantian bahan/material. Posisi bidang serap dan bidang pantul akan diganti dengan material dengan koefisien serap bahan yang sesuai dengan target waktu dengung yang ingin dicapai.
- Tahap IV : Pengujian nilai waktu dengung, distribusi suara, dan fleksibilitas desain terhadap jumlah pemakai. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode simulasi *Ecotect v5.20*. secara statistic maupun *acoustic particles*.

Simulasi *Ecotect* sebagai pendekatan desain :

- Konstruksi Model
Pengerjaan simulasi desain dengan program *Ecotect* dimulai dari membangun model denah ruang dengan program *Autocad*. Selanjutnya, dilakukan pemindahan (import) ke *Ecotect*. Dari gambar denah pada *Ecotect* dilakukan penarikan garis-garis tiga dimensi dengan menggunakan fasilitas *extrude*. Kemudian, bidang-bidang plafond dan kubah dapat dikonstruksikan dengan fasilitas gambar bidang (*plane*). Karena analisa yang akan dilakukan adalah analisa akustik ruang maka bentuk model yang dibutuhkan hanya berupa bentuk ruang interiornya saja.
 - Setting Simulasi
Setelah model ini siap, beberapa *boundary condition* untuk melaksanakan simulasi dimasukkan seperti tertera di bawah ini.
- Sumber yang digunakan adalah sebuah speaker dengan kekuatan suara sebesar 60 db dan diletakkan ditengah depan ruangan setinggi ± 7 m dari lantai.

2. Kalkulasi dengan metode statistik didasarkan pada rumus Sabine atau biasa disebut cara *statistical reverberation* (Analisis menggunakan rumus Sabine lebih efektif pada ruang dengan fungsi percakapan). Jumlah pemakai yang ditetapkan 3141 jamaah dan untuk semua model dilakukan variasi jumlah pemakai dengan memasukkan nilai pemakai 0%, 50% dan 100%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Umum Objek Studi

Masjid Agung Darussalam terletak di jalan Wage Rudolph Supratman 13 Palu. Objek studi pada penelitian ini difokuskan pada ruang sholat yang berada pada lantai II bangunan tersebut. Adapun gambaran objek studi sebagai berikut :

1. Lantai bangunan, luas total 2290.254 M² ditutupi material keramik/tegel.
2. Dinding setinggi 1M dari lantai, material batu bata ditutup dengan keramik seluas 239.873 M²
3. Dinding setinggi 9.5M material batu bata, dipleser dan dicat seluas 1.368.055 M²
4. Ventilasi/bukaan, luas 255.955 M²
5. Pintu utama menggunakan material kaca berat seluas 16.875 M²
6. Pintu imam menggunakan material kayu tebal 1” seluas 2.4 M²
7. Jendela, menggunakan material kaca berat seluas 201.742 M²
8. Langit-langit, menggunakan material multipleks seluas 1.973.707 M²
9. Kolom utama, jumlah tiang 16 buah dengan luas bidang 625.657 M²
10. Kolom praktis, jumlah kolom 47 buah dengan luas bidang 345.179 M²
11. Kubah, bahan fiber glass seluas 1690.539 M²

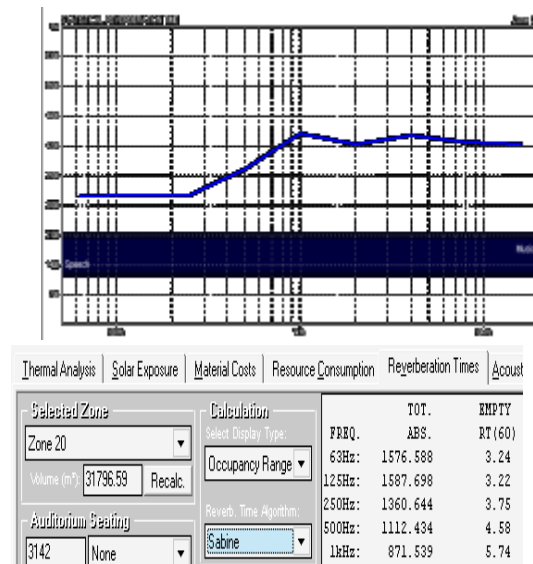
4.2. Waktu Dengung (RT60) berdasarkan Studi Simulasi dan Analisa Matematis

Hasil studi simulasi akan dibandingkan dengan hasil analisa matematis untuk

mengetahui sejauh mana kevalidan data hasil simulasi.

a. Studi Simulasi

Sebelum simulasi dilakukan, data-data mengenai bahan/material bangunan diterapkan pada setiap bidang permukaan pembentuk ruangan sesuai dengan data eksisting lapangan.



Gambar 7. Statistical Reverberation Time, simulasi Ecotect

Hasil simulasi menunjukkan RT60 rata-rata pada frekuensi 125-1000Hz berkisar antara 3.22 – 5.74 detik dengan angka tertinggi berada pada frekuensi 1000Hz. Angka tersebut menunjukkan nilai waktu dengung yang terlalu panjang untuk ruang dengan penekanan fungsi speech seperti masjid yang mensyaratkan RT60 sebesar 2.25 - 2.75 detik.

1. Analisa Matematis (*Mathematic Analysis*)

a. Waktu Dengung(RT60)pd frekuensi 125 Hz

Diketahui : Volume ruang (V) = 31796.588 M³

$$RT = 0.16 \times V/A$$

$$= 0.16 (31796.588 / 1587.1433) = 3.20 \text{ detik}$$

b. Waktu Dengung (RT60) pd frekuensi 250 Hz

Diketahui : Volume ruang (V) = 31796.588 M³

$$RT = 0.16 \times V/A$$

= $0.16 (31796.588 / 1360.09184) = 3.74$
detik

c. Waktu Dengung (RT60) pd frekuensi 500 Hz

Diketahui : Volume ruang (V) = 31796.588 M^3
RT = $0.16 \times V/A$
= $0.16 (31796.588 / 1112.00672) = 4.57$
detik

d. Waktu Dengung (RT60) pada frekuensi 1000 Hz

Diketahui : Volume ruang (V) = 31796.588 M^3
RT = $0.16 \times V/A$
= $0.16 (31796.588 / 871.17253) = 5.83$
detik

Perbandingan hasil studi simulasi dan metode analisa matematis pada kondisi kosong jamaah dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Perbandingan RT60 metode simulasi dan mathematic analysis

Bid. Absorpsi	Freks	Simulasi Ecotect	Mathematic Analysis	Selisih
1587.1433	125Hz	3.22 det	3.20 detik	0.02 det
1360.09184	250Hz	3.75 det	3.74 detik	0.01 det
1112.00672	500Hz	4.58 det	4.57 detik	0.01 det
871.17253	1000Hz	5.74 det	5.83 detik	0.09 det

Hasil perbandingan di atas menunjukkan nilai selisih yang sangat kecil, (angka selisih tertinggi tidak melebihi 10%). Angka tersebut dapat dijadikan acuan bahwa analisa waktu dengung menggunakan metode simulasi

dapat diandalkan dengan hasil yang cukup valid.

Perbandingan hasil studi simulasi dan metode analisa matematis pada kondisi kosong jamaah dapat dilihat pada tabel berikut :

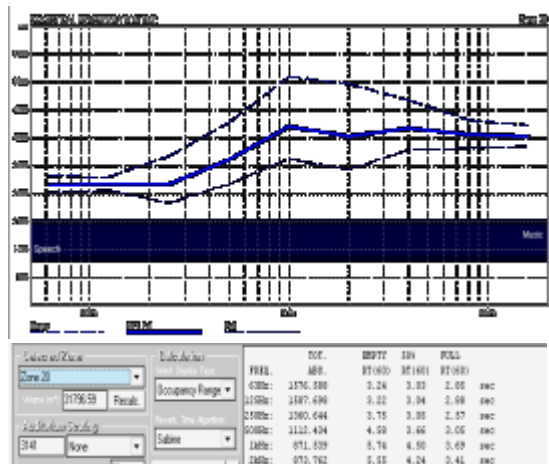
Tabel 5. Perbandingan RT60 metode simulasi dan mathematic analysis

Bid. Absorpsi	Freks	Simulasi Ecotect	Mathematic Analysis	Selisih
1587.1433	125Hz	3.22 Detik	3.20 detik	0.02 det
1360.09184	250Hz	3.75 Detik	3.74 detik	0.01 det
1112.00672	500Hz	4.58 Detik	4.57 detik	0.01 det
871.17253	1000Hz	5.74 Detik	5.83 detik	0.09 det
873.41259	2000Hz	5.55 Detik	5.82 detik	0.27 det
1587.1433	125Hz	3.22 Detik	3.20 detik	0.02 det

Hasil perbandingan di atas menunjukkan nilai selisih yang sangat kecil, (angka selisih tertinggi tidak melebihi 5%). Angka tersebut dapat dijadikan acuan bahwa analisa waktu dengung menggunakan metode simulasi dapat diandalkan dengan hasil yang cukup valid.

Selanjutnya berdasarkan hasil perbandingan di atas, maka analisis waktu dengung pada model-model berikutnya akan

dilakukan dengan menggunakan metode simulasi Ecotect dengan rumus Sabine.



--- D(0 %) — D (50%) — D (100%)

Gambar 8. Pengaruh jumlah Pemakai pada Nilai Waktu Dengung

Sumber : Simulasi Ecotect, 2009

Hasil simulasi menunjukkan penurunan nilai waktu dengung pada kondisi ruangan penuh jamaah dan setengah penuh. Nilai waktu dengung pada kondisi ruangan penuh jamaah berkisar antara 2.57 – 3.69 detik (frekuensi 125Hz-2000 Hz). Sedangkan pada kondisi setengah penuh nilai waktu dengung berkisar antara 3.04 – 4.50 detik.

Kedua kondisi tersebut di atas meskipun mengalami penurunan nilai waktu dengung dari sebelumnya pada kondisi ruangan kosong jamaah, akan tetapi nilai tersebut rata-rata masih belum memenuhi standar nilai waktu dengung yang diizinkan dalam ruang sholat masjid yaitu 2.20-2.75 detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja akustik interior ruang sholat Masjid Agung Darussalam Palu, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Membandingkan hasil pengukuran metode analisa matematis dengan hasil simulasi RT60 untuk model yang sesuai eksisting menunjukkan hasil yang cukup signifikan dan valid dengan penyimpangan tidak lebih dari 5%.

2. Hasil simulasi kondisi eksisting ruang sholat Masjid Agung Darussalam menunjukkan nilai RT60 terlalu panjang, yaitu berkisar antara 3.22 – 5.74 detik pada frekuensi 125-2kHz. Simulasi menunjukkan penurunan nilai waktu dengung pada kondisi ruangan penuh jamaah dan setengah penuh akan tetapi nilai tersebut rata-rata masih belum memenuhi standar nilai waktu dengung yang diizinkan dalam ruang sholat masjid yaitu 2.20-2.75 detik.. Nilai waktu dengung pada kondisi ruangan penuh jamaah berkisar antara 2.57 – 3.69 detik, Sedangkan pada kondisi setengah penuh nilai waktu dengung berkisar antara 3.04 – 4.50 detik.
3. Hasil simulasi akhir setelah penggantian material menunjukkan perbaikan yang cukup signifikan terutama dalam kondisi jumlah pemakai sebanyak 0-50%. Waktu Dengung yang cukup rendah hanya berada pada frekuensi 250 Hz pada kondisi ruangan setengah penuh dan penuh (selisih dari standar di atas 5%). Oleh karena itu dibutuhkan desain yang fleksibel terhadap jumlah pemakai/jamaah.
4. Keberhasilan perhitungan waktu dengung (RT60) yang mempertimbangkan efek geometri ruang di atas, selain memberi peluang untuk perhitungan RT yang optimum juga memberi keuntungan perancangan konstruksi ruang akustik yang efektif baik dari segi pemilihan bahan, maupun keleluasaan di dalam penyesuaian segi estetika desain interior.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ching D.K, 1996, Ilustrasi Desain Interior, Erlangga, Jakarta.
2. Doelle L.L, 1986, Akustik Lingkungan, Erlangga, Jakarta.

3. Fanani, A, 2008, *Arsitektur Masjid*, Penerbit Bentang, Jakarta.
4. Frick, H. 2007, *Pedoman Karya Ilmiah*, Kanisius, Yogyakarta.
5. Groat, Linda dan Wang, David. (2002), *Arsitektur Metode Penelitian*. John Wiley & Sons, Kanada
6. Mappaturi A.B, 2007, *Kubingkai Arsitek Menjadi Shiddiq*, UIN Malang Press, Malang.
7. Mediastika, C.E, 2004, *Akustika Bangunan Prinsip-Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*, Erlangga, Jakarta.
8. Satwiko P, 2003, *Fisika Bangunan 1*, Edisi 1, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
9. Satwiko P, 2004, *Fisika Bangunan 2*, Edisi 1, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
10. Sumalyo Y, 2000, *Arsitektur Masjid dan Monumen Sejarah Muslim*, UGM Press, Yogyakarta.
11. Suptandar, P. J, 2004, *Faktor Akustik Dalam Perancangan Desain Interior*, Djambatan, Jakarta.
12. Susanta G, dkk. 2007, *Membangun Masjid dan Mushola*, Penebar Swadaya, Bogor.
13. Website:
14. Abdou, A. A, 2003, *Comparison Of The Acoustical Performance Of Mosque Geometry Using Computer Model Studies*, diakses dari <http://kfupm.edu.sa> pada tanggal 1 Agustus 2009.
15. Indriani, H.c, dkk. *Analisis Kinerja Akustik pada Ruang Auditorium Multi Fungsi*, diakses dari www.Parameterakustik.com pada tanggal 25 Agustus 2009.
16. Istiadji, A.D., Binarti, F., 2006, *Studi Simulasi Ecotect sebagai Pendekatan Redesain Akustik Auditorium*, diakses dari www.Simulasiecotect.com pada tanggal 25 Agustus 2009.
17. Sarwono J, 2008, *Akustik Ruang Percakapan*, diakses dari www.Akustikmasjid.com pada tanggal 25 Agustus 2009.