

# INVESTIGASI STRATEGI DESAIN RUANG RAMAH TUNARUNGU BERBASIS SIMULASI MULTISENSORI

Ersalina Trisnawati  
Julia Dewi  
Susinety Prakoso

Universitas Pelita Harapan  
Indonesia

ARSNET, 2022, Vol. 2, No. 1, 10-23  
DOI: 10.7454/arsnet.v2i1.38  
ISSN 2777-0710 (online)  
ISSN 2777-0702 (print)

## Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode simulasi analisis akustik dan visual untuk mengevaluasi kualitas ruang, serta memahami bagaimana desain ruang tertentu dapat menghadirkan kualitas multisensori yang dapat mendukung penyandang tunarungu. Simulasi analisis akustik menggunakan Ecotect untuk mengukur reverberasi dan pantulan suara. Sementara simulasi analisis visibilitas menggunakan depthmapX untuk mengukur isovist pengguna, integrasi, dan visibilitas ruang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ruang dengan sumber suara dari atas akan lebih baik dalam mendistribusi suara tanpa menimbulkan tingkat reverberasi ruang yang tinggi. Sumber suara berbentuk *pocket* dan *organic enclosure* dapat mengurangi tingkat reverberasi dan pantulan suara dalam ruang, meningkatkan privasi ruang sekaligus memberikan lapang pandang yang cukup luas bagi penglihatan kaum tunarungu. Hasil penelitian ini menemukan bahwa ada tiga konsep utama yang mempengaruhi kualitas akustik dan visual bagi kaum tunarungu, yaitu *enclosure* yang mempengaruhi tingkat privasi dan reverberasi ruang, integrasi yang menentukan visibilitas spasial dan orientasi massa atau bidang, serta material yang mempengaruhi kualitas absorpsi suara dalam ruang.

**Kata kunci:** akustik, penglihatan tepi, tunarungu, isovist, simulasi multisensori

---

Correspondence Address: Julia Dewi, Jl. M.H. Thamrin Boulevard 1100, Lippo Karawaci, Tangerang, Indonesia. Email: julia.dewi@uph.edu

## **Abstract**

This study addressed the auditorial necessity and visual potential of the deaf using acoustic and visual analysis simulation. Due to the poorly designed room acoustics, the deaf people had difficulties communicating, despite the use of hearing aids or cochlear implants. This condition often causes some distorted sound waves in hearing aids. To compensate for the deficiency in auditory abilities, the deaf people relied on their peripheral vision as a source of information for communication. However, the understanding of parameters of room geometry that are necessary to support both the acoustic and visual qualities of the deaf was limited. Based on the depthmapX and Ecotect simulations, this study discovered that the source of the sound in space should come from the top to minimise the reverberation time. Spaces in the form of pockets and with organic enclosure also minimise the reverberation time and sound reflection, achieving privacy while maintaining the potential peripheral vision of the deaf. The study also revealed that a room with acoustic and visual qualities for the deaf should incorporate three concepts, i.e., an enclosure to achieve a certain level of privacy and sound reverberation; integration of spatial visibility following the room or wall orientations; and consideration of the use of materials to absorb the different frequencies of sound.

*Keywords: acoustic, peripheral visual, deaf space, isovist, multisensory simulation*

## Pendahuluan

Penyandang tunarungu sebagai individu dengan keterbatasan pendengaran membutuhkan kondisi ruang dengan kualitas multisensori yang mendukung kemudahan dalam berkomunikasi. Sebagian penyandang tunarungu menggunakan alat bantu untuk dapat tetap berkomunikasi dengan suara. Pengguna alat bantu ataupun *cochlear implant* akan merasa terganggu saat berada di ruang dengan akustik rendah ("Campus design and planning: DeafSpace," n.d.). Ruang dengan tingkat refleksi dan gema yang tinggi akan mendistorsi gelombang suara pada alat bantu dengar, sehingga mengganggu komunikasi ("Campus design and planning: DeafSpace," n.d.).

Kekurangan dalam hal pendengaran menjadi pemicu dalam peningkatan sel ganglion pada penglihatan perifer (Codina et al., 2011). Peningkatan sensitivitas visual memungkinkan respon yang cepat pada bagian perifer (Codina et al., 2011). Hal ini didukung oleh pernyataan bahwa terdapat kemampuan otak untuk berubah yang dikenal sebagai 'plastisitas' (Lomber, n.d.). Perubahan tersebut membantu individu dengan ketulian untuk meningkatkan kemampuan mereka dengan menggunakan indera yang tersisa, seperti penglihatan dan sentuhan (Lomber, n.d.). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan respon sensori visual yang mempengaruhi perspektif penyandang tunarungu terhadap lingkungan.

Keterbatasan dan potensi yang dimiliki oleh penyandang tunarungu membentuk suatu kultur yang mempengaruhi interaksi spasial pada ruang. Komunikasi antar individu cenderung menghadap satu sama lain dan berusaha mempertahankan arah pandang terhadap lawan bicara. Maka dari itu, *bubble space* zona nyaman tunarungu menjadi lebih luas dibandingkan orang normal (Azalia et al., 2020). Selain itu, terdapat kecenderungan untuk berinteraksi secara visual dengan mengandalkan pencahayaan terang untuk berkomunikasi (Cox & D'Antonio, 2016; Hidayat, 2015).

Gagasan *deaf space* merupakan pedoman perancangan ruang yang disesuaikan dengan kultur dan respon sensori penyandang tunarungu ("Campus design and planning: DeafSpace," n.d.). Pemikiran ini dilatarbelakangi oleh kesadaran bahwa terdapat perbedaan sensori pada bagian dorsal (*dorsal experience*). Individu tunarungu memiliki keterbatasan sensori sehingga tidak bisa merasakan sisi punggung atau sisi belakang tubuh (TedxTalks, 2015). Berdasarkan pada pemahaman tersebut, hadir prinsip-prinsip *deaf space* dengan intensi utama yaitu respon sensorik 360°, diantaranya: keterjangkauan sensorik, ruang dan jangkauan, mobilitas dan jarak, pencahayaan dan warna, dan akustik ("Campus design and planning: DeafSpace," n.d.).

Beberapa pertimbangan lain terkait isu privasi menjadi pertanyaan karena tingginya akses visual. Ruang penyandang tunarungu cenderung terbuka agar individu lebih responsif dan menyadari sekitarnya (Sangalang, 2012). Privasi yang diinterpretasikan oleh tunarungu diartikan sebagai suatu keadaan dimana akses visual yang dirasakannya lebih tinggi dibandingkan konteks sekitarnya (Sangalang, 2012).

Tulisan ini berfokus pada metode yang dapat menguji kualitas ruang yang dapat mendukung kedua sensori dominan penyandang tunarungu, yaitu akustik dan visual. Metode yang digunakan merupakan simulasi analisis menggunakan perangkat lunak depthmapX dan Ecotect. DepthmapX berperan untuk mengevaluasi visibilitas dan integrasi ruang lingkup berdasarkan pola pergerakan manusia dan derajat perspektif visual (Ostwald & Dawes, 2018). Sementara itu, Ecotect berperan dalam analisis akustik ruang berdasarkan refleksi, reverberasi, dan penyebaran gelombang suara (Autodesk, 2008). Simulasi multisensori yang dilakukan bertujuan untuk menjawab strategi ruang yang visibel dan absorptif bagi penyandang tunarungu dengan pendekatan metode yang lebih terukur.

Batasan penelitian berfokus pada karakteristik penyandang tunarungu dengan masalah pendengaran di atas 35 dB, khususnya pada jenis bilateral yang memiliki kerusakan pada kedua telinga. Pengelompokan klasifikasi dapat berupa pra-lingual<sup>1</sup> ataupun pasca-lingual<sup>2</sup> dengan tipe kerusakan berada pada bagian sensorineural<sup>3</sup> dan auditori pusat<sup>4</sup> (Bhargava, n.d.; Jallu et al., 2019). Kedua tipe kerusakan ini bersifat permanen dan masih memanfaatkan alat bantu dengar, sehingga membutuhkan ruang dengan akustik dan visual yang mampu mendukung kesehariannya.

### **Aspek akustik dan visual pada desain bagi penyandang tunarungu**

Beberapa literatur teoritis sebagai dasar pertimbangan dalam perancangan arsitektur bagi penyandang tunarungu terdiri dari kajian terkait *deaf space*, *proxemics*, dan *modular*. Teori *deaf space* membahas mengenai kriteria dan strategi ruang yang sesuai dengan penyandang tunarungu. Terdapat 5 prinsip desain pada teori *deaf space*, diantaranya: jangkauan sensorik, mobilitas dan jarak, cahaya dan warna, akustik, ruang dan jangkauan ("Campus design and planning: DeafSpace," n.d.). Namun, diantara prinsip berdasarkan sensori tersebut, terdapat riset lanjutan terkait perilaku penyandang tunarungu pada ruang komunal dan akademik American Sign Language (ASL). Hasil penelitian pada diskursus tersebut menunjukkan bahwa indera penglihatan merupakan aspek yang paling dominan mempengaruhi penyandang tunarungu dalam hal pencahayaan dan warna (Harahap & Lelo, 2020; Johnson, 2010).

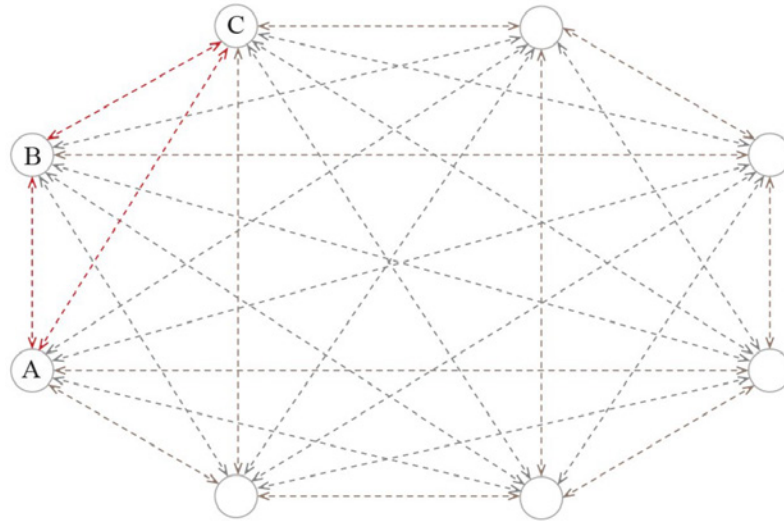
<sup>1</sup> Pra-lingual adalah kerusakan pendengaran yang terjadi pada individu sejak lahir ataupun anak-anak. Umumnya penderita belum mengenal bahasa dan sulit berkomunikasi (Jallu et al., 2019).

<sup>2</sup> Pasca-lingual adalah kerusakan pendengaran yang terjadi pada individu akibat kecelakaan ataupun trauma. Umumnya penderita berumur di atas enam tahun dan telah mengenal bahasa (Jallu et al., 2019).

<sup>3</sup> Sensorineural merupakan gangguan pendengaran pada jaringan saraf (Bhargava, n.d.).

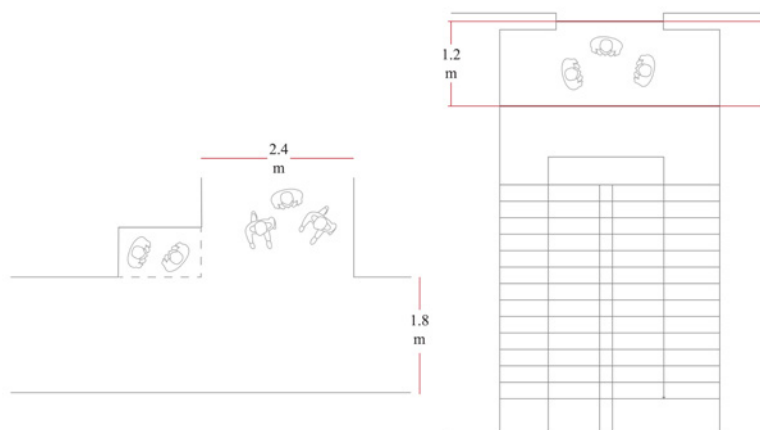
<sup>4</sup> Auditori pusat merupakan gangguan pendengaran pada pusat pendengaran di otak (Bhargava, n.d.).

Teori *deaf proxemics* membahas mengenai interaksi pada penyandang tunarungu berdasarkan aspek pola dan jarak. Teori ini mengkorelasikan hubungan antara kultur dan persepsi manusia terhadap jarak antar pembicara. *Deaf proxemics* memiliki pembagian zona ruang yang sama pada umumnya, namun berbeda dari segi jarak dan jenis interaksinya (Azalia et al., 2020). Hasil menunjukkan bahwa jarak normal bagi tunarungu setara dengan jarak jauh bagi orang normal. Ruang personal dan ruang sosial juga dianggap sebagai zona yang paling ideal bagi tunarungu untuk berinteraksi secara visual (Azalia et al., 2020; de Quadros et al., 2014).



Gambar 1. Diagram circular proxemics

Diagram pada Gambar 1 menggambarkan pola interaksi antar penyandang tunarungu berdasarkan kemampuan untuk melihat satu sama lain. Interaksi antar dua individu ditandai dengan posisi A dan B. Interaksi antar tiga individu ditandai dengan posisi A, B, dan C yang membentuk pola segitiga. Demikian tahapan pola interaksi hingga delapan individu yang membentuk pola konsentrik (de Quadros et al., 2014).



Gambar 2. Diagram dimensi koridor dan tangga

Diskusi teori terkait *deaf modular* membahas mengenai jarak ruang ideal untuk kebutuhan sirkulasi. Eksplorasi terkait dengan konsep *deaf modular* memiliki fokus terhadap bagaimana cara berkomunikasi penyandang tunarungu memengaruhi dimensi

dan proporsi ruang (lihat Gambar 2). Penyandang tunarungu cenderung mempertahankan arah pandangannya untuk fokus pada lawan bicara, dan pada waktu yang bersamaan, masing-masing juga akan memperhatikan kondisi sekitarnya melalui penglihatan periferal (TedxTalks, 2015). Maka dari itu, dimensi koridor yang lebih lebar dibandingkan standar koridor umumnya menjadi penting bagi penyandang tunarungu (studio27arch, 2019).

Potensi periferal yang diperlihatkan pada berbagai kajian teori di atas dan permasalahan akustik yang dialami membawa penelitian ini kepada kajian kualitas akustik dan visual bagi penyandang tunarungu. Berdasarkan prinsip kualitas akustik, derajat pendengaran terbaik umumnya berada pada  $140^\circ$  menghadap ke arah depan (Blessner & Salter, 2007; Egan, 2007). Permasalahan yang dialami penyandang tunarungu kerap terkait dengan gangguan refleksi suara yang merupakan pantulan gelombang suara pada bentuk permukaan atau bidang. Ruang bagi penyandang tunarungu seharusnya memiliki reverberasi yang rendah dan tidak berbaur dengan kebisingan lingkungan (Harahap et al., 2019). Terdapat tiga aspek utama yang mempengaruhi akustik ruang bagi penyandang tunarungu yang perlu diperhatikan lebih lanjut. Yang pertama adalah potensi hadirnya gema, yaitu pantulan suara yang timbul setelah reverberasi dan dapat diatasi dengan permukaan bergelombang ataupun panel absorpsi. Bentuk panel absorpsi yang paling efektif dalam merespon gema merupakan model *slatted hybrid* karena dapat meningkatkan gelombang suara (Egan, 2007; Cox & D'Antonio, 2016). Aspek kedua adalah reverberasi; yakni waktu kembalinya pantulan suara setelah mengenai bidang. Tunarungu dinyatakan membutuhkan waktu reverberasi sejumlah 0.4 detik ("Improve room acoustics," n.d.; Millett, 2018; "Room acoustics for the deaf," n.d.). Aspek ketiga mengangkat terkait kebisingan, yakni kehadiran suara yang tidak diinginkan dari lingkungan sekitar. Penggunaan transparansi visual antara ruang dalam dan luar perlu diperhatikan agar kebisingan tidak berbaur dan mengganggu aktivitas di dalamnya ("Building acoustics," 2021; "Campus design and planning: DeafSpace," n.d.). Hal ini dapat diatasi dengan strategi tipologi desain *angled*<sup>5</sup>, *staggered*<sup>6</sup>, dan *earthbeams*<sup>7</sup> (Egan, 2007).

Kualitas visual arsitektur mengangkat akan bagaimana pengolahan ruang yang memiliki visibilitas tinggi memungkinkan proses navigasi dan penangkapan informasi dari lingkungan sekitar. Derajat visual menentukan kejelasan objek terkait detail, posisi, dan warna. Visual yang paling optimum dan

<sup>5</sup> *Angled* adalah posisi bangunan yang membentuk sudut derajat tertentu agar sumber suara tidak langsung dipantulkan antar bidang paralel (Egan, 2007).

<sup>6</sup> *Staggered* adalah susunan denah secara berundak yang memungkinkan sumber suara memiliki jalur keluar tanpa dipantulkan kembali oleh bidang lainnya (Egan, 2007).

<sup>7</sup> *Earthbeams* adalah undakan sebagai salah satu isolator yang efektif untuk mengurangi kebisingan sebesar 5 sampai 10 dBA apabila dilapisi oleh tanaman penyerap suara (Egan, 2007).

paling mempengaruhi persepsi manusia berada pada 10–20° horizontal dan 25–30° vertikal dalam posisi kepala stabil (Julius & Martin, 1979, Touil & Chabou, 2021). Penyandang tunarungu mengartikan privasi sebagai suatu keadaan dimana akses visual yang dirasakannya lebih tinggi dibandingkan konteks sekitarnya, sehingga idealnya *enclosure* berada pada sisi belakang atau dorsal (Sangalang, 2012; "Campus design and planning: DeafSpace," n.d.). Jika demikian, tunarungu yang tidak bisa merasakan sisi belakang dan membutuhkan visibilitas akan lebih nyaman dengan penempatan bidang solid pada sisi punggung.

### Metode penelitian

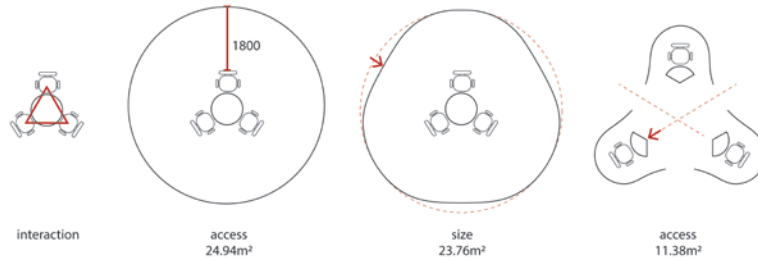
Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan dalam memperoleh strategi desain yang disusun dengan proses pada Tabel 1. Kerangka pemikiran dalam penelitian ini diawali dengan memahami karakteristik dari subjek. Kemudian dilanjutkan dengan penelitian terhadap permasalahan perancangan ruang khusus tunarungu. Dengan demikian diperoleh permasalahan dan kriteria ruang ideal yang menjadi basis eksplorasi.

Tabel 1. Tahapan perolehan strategi desain

Proses	Objektif	Tools	Variabel	Konsep	Hasil
<b>Tahap I:</b> <b>Studi literatur</b>	Sintesis auditori dan visual		Karakteristik dan batasan penyandang tunarungu	<i>Enclosure</i> , <i>Integration</i> , <i>Material</i>	Parameter analisis studi preseden
<b>Tahap II:</b> <b>Studi preseden pada ruang komunitas</b>	Analisis metode dan strategi fasilitas bagi penyandang tunarungu	<i>Animated rays</i> , <i>Axial line analysis</i> , <i>Isovist</i> , <i>Visibility graph</i> , <i>Daylight analysis</i>	<i>Enclosure</i> , <i>Integration</i> , <i>Material</i>  DeYang School of Deaf, Gallaudet University	<i>Scale</i> , <i>Orientation</i>  <i>Integration</i>	Keyword eksplorasi
<b>Tahap III:</b> <b>Eksplorasi dan simulasi berdasarkan konsep ruang</b>	Analisis sifat bentuk dasar bidang  Analisis sifat bentuk dasar ruang	<i>Animated rays</i> , <i>Isovist</i>  <i>Reflector coverage</i> , <i>Animated rays</i> , <i>Isovist</i> , <i>Agent analysis</i> , <i>Visibility graph</i>	<i>Scale</i> , <i>Orientation</i>  <i>Integration</i>	<i>Space operation</i> , <i>Space programming</i>	Konsep eksplorasi program ruang
<b>Tahap IV:</b> <b>Pemetaan sound source</b>	Pemetaan sumber suara dan kebisingan		<i>Sound decibel</i> <i>Space programming</i>	Skenario program ruang	Konsep dasar eksplorasi <i>programming</i>
<b>Tahap V:</b> <b>Eksplorasi dan simulasi berdasarkan program ruang</b>	Eksplorasi skala ruang minimum  Eksplorasi kapasitas bentuk ruang  Strategi integrasi program ruang	<i>Reflector coverage</i> , <i>Statistical acoustics</i> , <i>Isovist</i>  <i>Reflector coverage</i> , <i>Isovist</i> , <i>Agent analysis</i> , <i>Visibility graph</i>	<i>Scale</i>  <i>Capacity</i>  <i>Programming</i>	<i>Top down</i> , <i>Pocket space</i> , <i>Open modular</i> , <i>Organic enclosure</i>  <i>Integration</i> , <i>Configuration concept</i>	Strategi arsitektur tunarungu

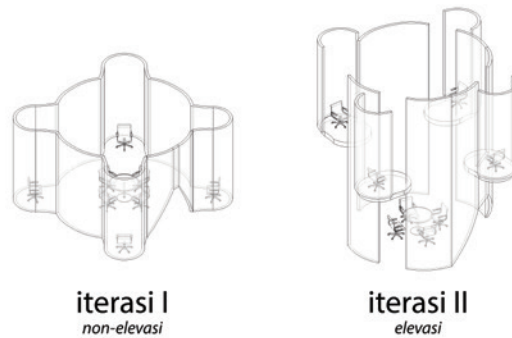
## Eksperimen simulasi kualitas ruang akustik dan visual bagi penyandang tunarungu

Eksplorasi bentuk ruang pada kajian simulasi ini diawali dengan penentuan layout dasar penataan furniture yang sesuai dengan *deaf proxemics* dan *modular*. Layout yang dihasilkan kemudian diberikan *offset* sebagai penanda ruang sirkulasi dan penentuan letak bukaan (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Proses I: Layout ruang

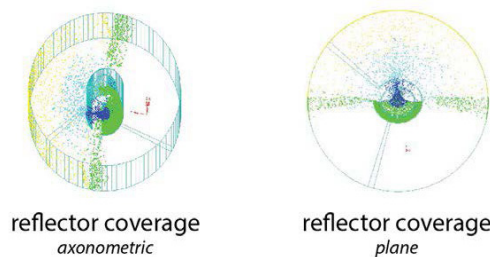
Pola ruang yang diperoleh kemudian dibentuk menjadi beberapa iterasi ruang (Gambar 4) untuk diuji dalam simulasi akustik dan visual. Proses simulasi *isovist* (Gambar 5) dan refleksi suara (Gambar 6) bertujuan untuk mengevaluasi pemenuhan aspek kebutuhan kualitas ruang penyandang tunarungu hingga pada skala ruang yang bersifat mikro.



Gambar 4. Proses I: Iterasi model ruang

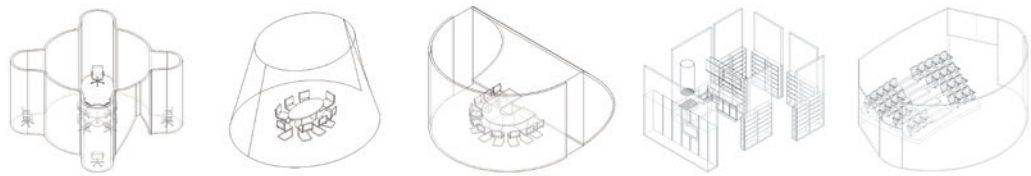


Gambar 5. Proses III: Analisis visual



Gambar 6. Proses IV: Analisis akustik





Gambar 7. Iterasi bentuk ruang

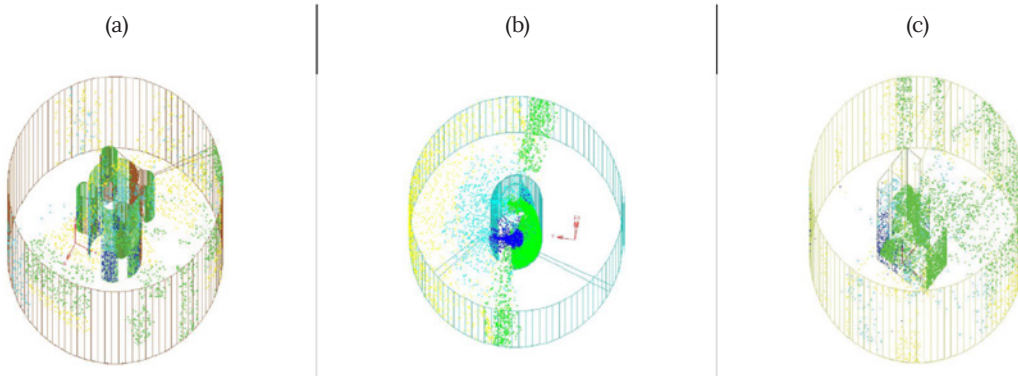
Proses simulasi akustik dilakukan dengan menjalankan *reflector coverage simulation* (lihat Gambar 8). Simulasi ini menunjukkan adanya area yang berpotensi gema dan reverberasi. Warna merah menunjukkan adanya gema, biru muda menunjukkan reverberasi, dan hijau menunjukkan sumber suara langsung. Model ruang yang terbilang ideal ditandai dengan dominan warna hijau dan sedikit biru muda. Gambar 8 juga menunjukkan bagaimana simulasi visual dengan menggunakan pendekatan *isovist* menganalisis jangkauan visual dalam suatu ruang. Pada konteks penyandang tunarungu yang mengandalkan penglihatan periferal yang dimiliki, pola yang ideal menjadi cenderung melebar dibandingkan memanjang.

Axonometric					
Floor Plan					
Isovist 1 periferal degree line					
Isovist 2					
Isovist 3					
Reflector Coverage direct useful echo reverberation reverb backscat					

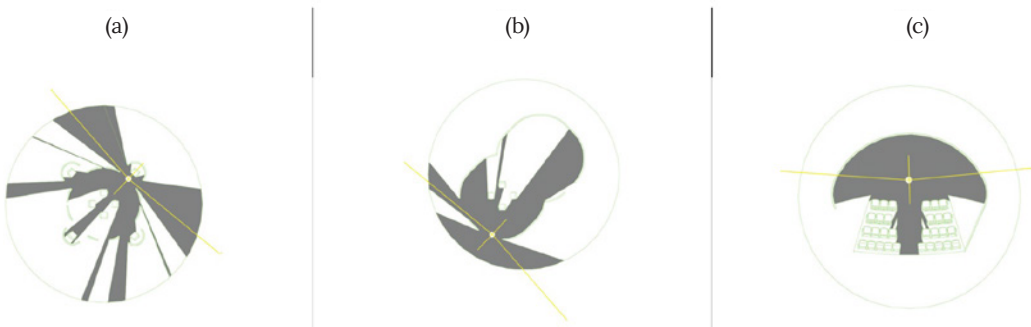
Gambar 8. Simulasi bentuk ruang

Penarikan kesimpulan akan analisis kualitas akustik ruang menggunakan kriteria pembacaan reverberasi dan gema. Berdasarkan hasil simulasi akustik bentuk ruang pada Gambar 9, diperoleh beberapa simpulan yang penting. Pertama, orientasi bidang melengkung yang berhadapan dapat meningkatkan reverberasi. Hal ini dapat diminimalisasi dengan penggunaan elevasi sehingga dapat memperluas distribusi suara (Gambar 9a).

Kedua, bentuk bidang vertikal yang miring dengan permukaan rata akan menghasilkan pantulan suara terpusat. Namun, jika berada pada permukaan yang melengkung maka penyebaran suara akan berputar pada perimeter bentuk (Gambar 9b). Ketiga, distribusi sumber suara yang diatasi dengan elevasi perlu dipertimbangkan akan timbulnya gema pada ruang di bawahnya (Gambar 9c).



Gambar 9. Hasil simulasi akustik



Gambar 10. Hasil simulasi isovist

Sementara itu, analisis simulasi visual berbasis isovist menggunakan kriteria lebar ruang yang perlu lebih besar daripada kedalaman ruang. Berdasarkan hasil simulasi isovist (Gambar 10) diperoleh beberapa simpulan. Yang pertama, orientasi pada *pocket space*<sup>8</sup> berpengaruh terhadap privasi dan visibilitas (Gambar 10a). Kedua, jarak bukaan yang dekat dengan posisi pengamat dapat meningkatkan visibilitas (Gambar 10b). Selain itu, posisi pengamat dari sudut maupun tengah ruang memiliki visibilitas yang paling optimal seperti terlihat pada Gambar 10c.

### Strategi desain dan parameter ruang tunarungu berbasis multisensori

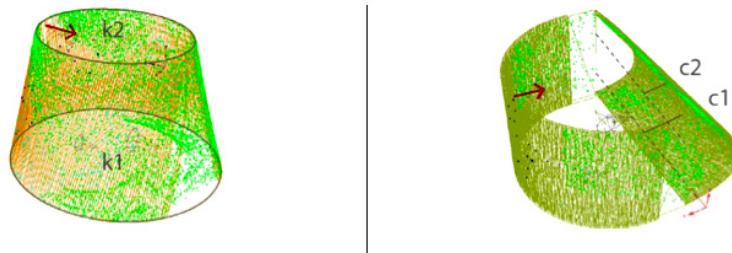
Berdasarkan hasil analisis studi literatur dan eksplorasi simulasi, maka didapat strategi bentuk ruang dan parameter arsitektur bagi penyandang tunarungu. Bentuk ruang yang disimulasikan bersifat eksploratif sehingga perlu diintegrasikan dengan penerapan parameter dalam mencapai akustik dan visual yang memadai.

<sup>8</sup> *Pocket space* adalah bentuk ruang dengan bidang melengkung pada sisi belakang. Dalam konteks tertentu, model ruang ini dijadikan sebagai ruang privat bagi tunarungu.

### Bentuk ruang tunarungu

Kualitas akustik ruang yang sesuai bagi penyandang tunarungu dapat dicapai dengan pengaturan sumber suara terhadap bentuk ruang. Kedua massa ruang yang berbeda menunjukkan adanya persamaan sifat sumber suara yaitu *top down*. Sumber suara berasal dari bidang atas akan terdistribusi ke bawah tanpa menimbulkan reverberasi yang tinggi. Strategi ini dapat diaplikasikan dalam berbagai bentuk dengan ketentuan bidang atau perimeter bidang sumber suara (diindikasikan sebagai k2 dan c2 pada Gambar 11) yang lebih besar dibandingkan bidang sejajarnya (diindikasikan sebagai k1 dan c1 pada Gambar 11).

#### I: *top down*



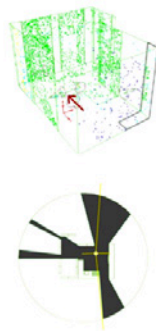
Gambar 11. Prinsip sumber suara secara horizontal

Jika diamati secara vertikal, terdapat tiga strategi desain ruang yang menjadi penting yaitu *pocket space*, *open modular*, dan *organic enclosure*. Pertama, sumber suara yang berasal dari *pocket space* dan dipantulkan keluar dapat mengurangi reverberasi pada bidang vertikal dan memenuhi kebutuhan privasi. Kedua, sumber suara yang tegak lurus dengan posisi bukaan yang sejajar dapat memperkecil kemungkinan refleksi suara. Ketiga, sumber suara akan lebih terdistribusi pada bidang vertikal secara organik dibandingkan bentuk sempurna yang cenderung memantulkan suara. Ketiga strategi ini juga mendukung dari segi kebutuhan visual ruang. Berdasarkan hasil simulasi *isovist*, ketiga bentuk ruang tersebut mampu menjangkau sisi luar ruang dan memiliki luasan pandang yang melebar. Dengan demikian, kemampuan penglihatan tepi tunarungu dapat berperan dalam ruang tersebut.

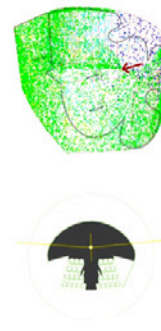
#### II: *pocket space*



#### III: *open modular*



#### IV: *organic enclosure*



Gambar 12. Prinsip sumber suara secara vertikal

### Parameter ruang tunarungu

Parameter ruang digunakan untuk melengkapi kekurangan dari indikator ruang yang ideal dalam memberikan kualitas akustik dan visual bagi penyandang tunarungu. Implementasi bentuk dan fungsi ruang yang bervariasi akan memiliki kekurangan dan kelebihan. Oleh karena itu, parameter ini disusun guna melengkapi kekurangan variabel tertentu dalam suatu ruang. Parameter ruang bagi penyandang tunarungu disusun pada Tabel 2. Dalam ruang tunarungu terdapat tiga konsep utama yang masing-masing struktur menunjukkan adanya pengaruh antara akustik dan visual. *Enclosure* umumnya mempengaruhi tingkat privasi dan reverberasi dalam ruang. Integrasi menentukan terbentuknya visibilitas spasial dan orientasi massa atau bidang. Material berpengaruh terhadap kenyamanan interaksi tunarungu dalam ruang.

Konsep	Variabel	Indikator	
Enclosure	Privasi	Ruang personal: - Privasi > visibilitas - Konfigurasi berbentuk U - Bidang enclosure berada di sisi belakang dekat dengan individu - Lebar area sirkulasi 1.8 m untuk dua orang	Ruang publik: - Privasi = visibilitas - Konfigurasi berbentuk L - Bidang enclosure jauh dari posisi individu - Lebar area sirkulasi 2.4 m untuk tiga orang
	Reverberasi	- Semakin besar skala ruang tingkat reverberasi meningkat - Memiliki refleksi, gema, dan reverberasi yang rendah - Sudut melengkung akan mengurangi gema - Penerapan sisi melengkung dapat memanfaatkan sisi dalam (terpusat) dan luar (tersebar)	
Integrasi	Visibilitas	- Bukaan di sudut ruang meningkatkan visibilitas	
	Spasial	- Area yang memiliki visibilitas tinggi cenderung terintegrasi dengan sekitarnya - Derajat periferal 60–100° - Derajat visibilitas 25–30°	
	Orientasi	- Konfigurasi <i>angled</i> atau <i>staggered</i> - Kemiringan derajat permukaan mencegah refleksi suara	
Material	Tekstur	- Material berpori dengan koefisien absorpsi rendah - Bermodul atau luasan permukaan kecil - Memiliki variasi bentuk	
	Transparansi	Pencahayaannya memadai, <i>diffuse</i> , dan memiliki tingkat refleksi rendah	
	Warna	Material alam dan warna kontras dengan warna kulit	

Tabel 2 Parameter ruang tunarungu (Sumber: diadaptasi dari Azalia et al., 2020; "Campus design and planning: DeafSpace," n.d.; Ching & Eckler, 2013; Cox & D'Antonio, 2016; Egan, 2007; Julius & Martin, 1979; Lewis et al., 2016; "Room acoustics for the deaf," n.d.; Sangalang, 2012)

### Kesimpulan

Penyandang tunarungu membutuhkan ruang yang memiliki kualitas multisensori yang baik, terutama terkait dengan kualitas akustik dan visual sebagai sensori dominan. Ruang yang visibel dan absorptif dapat diperoleh dengan pengaturan bentuk ruang yang didukung oleh parameter ruang. Strategi desain yang diperoleh adalah pengaturan bentuk bidang secara *top down*, *pocket space*, *open modular*, dan *organic enclosure*. Dengan demikian, sumber suara yang dipantulkan akan mengikuti

bentuk bidang sehingga gema dan reverberasi tetap terjaga. Selain itu, visibilitas ruang juga tercapai dengan area berpotensi gema dimanfaatkan sebagai ruang transisi atau bukaan.

Beberapa hal yang menjadi catatan dalam proses simulasi multisensori yang dilakukan adalah kelengkapan fitur *digital tools* dalam mengakomodasi detail desain seperti material dan kompleksitas bentuk. Dalam meningkatkan akurasi hasil simulasi diperlukan pemahaman akan keutuhan proses simulasi. Penelitian ini berhasil menemukan strategi dalam mengendalikan gema pada ruang berdasarkan karakteristik penyandang tunarungu tertentu. Kendati demikian, penelitian ini masih perlu diuji dalam suatu kondisi nyata untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan berbagai karakteristik penyandang tunarungu.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pandangan baru sebagai pertimbangan dalam perancangan ruang fasilitas bagi penyandang tunarungu. Tujuan utama yang ingin dicapai oleh strategi keseimbangan *isovist* dan akustik adalah untuk memberikan kontribusi dalam mendukung keterbatasan yang dimiliki oleh penyandang tunarungu. Pendekatan sensori *haptic* yang belum dibahas dalam penelitian ini dapat menjadi peluang penelitian lanjutan untuk melengkapi strategi desain secara lebih utuh. Dengan demikian, standar kebutuhan dalam arsitektur dapat terhindar dari generalisasi dalam mendukung kenyamanan sensori pada individu berkebutuhan khusus.

### Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pelita Harapan yang telah mendukung penelitian ini melalui skema Penelitian Mandiri.

### Referensi

- Autodesk. (2008). *Analysis in Ecotect*. [http://www.archilepore.it/www.archilepore.it/Mat.\\_didattico\\_files/Analysis%20in%20Ecotect.pdf](http://www.archilepore.it/www.archilepore.it/Mat._didattico_files/Analysis%20in%20Ecotect.pdf)
- Azalia, N., Arvanda, E., Isnaeni, H., & Kusuma, N. R. (2020). Proxemic as spatial strategy on social space for deaf community. *AIP Conference Proceedings*, 2230(1), 040031-1-040031-6. <https://doi.org/10.1063/5.0005723>
- Bhargava, D. (n.d.). *Hearing loss, chapter 2: Definitions, identification, and professionals*. Trinity University. <https://www.trinity.edu/sites/students-vision-hearing-loss/hl-definitions>
- Blessner, B., & Salter, L-R. (2007). *Spaces speak, are you listening? Experiencing aural architecture*. The MIT Press.
- Building acoustics*. (2021, Nov. 21). Designing Buildings. Diakses pada November 2, 2021 dari [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Building\\_acoustics](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Building_acoustics)
- Campus design and planning: DeafSpace* (n.d.). Gallaudet University. Diakses pada September 14, 2021, dari <https://www.gallaudet.edu/campus-design-and-planning/deafspace>
- Ching, F. D. K., & Eckler, J. (2013). *Introduction to architecture*. Wiley
- Codina, C., Pascalis, O., Mody, C., Toomey, P., Rose, J., Gummer, L., & Buckley, D. (2011). Visual advantage in deaf adults linked to retinal changes. *PLoS ONE*, 6(6), 1-8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020417>

- Cox, T., & D'Antonio, P. (2016). *Acoustic absorbers and diffusers: Theory, design and application*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315369211>
- de Quadros, R. M., Strobel, K., & Masutti, M. L. (2014). Deaf gains in Brazil: Linguistic policies and network establishment. In H-D. L. Bauman & J. J. Murray (Eds.), *Deaf gain: Raising the stakes for human diversity* (pp. 375–401). University of Minnesota Press.
- Egan, M. D. (2007). *Architecture acoustics*. J. Ross Publishing Classics.
- Harahap, R. M., & Lelo, L. (2020). Pengalaman mahasiswa tuli di ruang komunal Universitas Mercu Buana. *Inklusi*, 7(2), 167–206. <https://doi.org/10.14421/ijds.070201>
- Harahap, R. M., Santosa, I., Wahjudi, D., & Martokusumo, W. (2019). Interiority of public space in the Deaf Exhibition Center in Bekasi. *Sinergi*, 23(3), 245–252. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2019.3.009>
- Hidayat, R. (2015). Peningkatan perbendaharaan kata anak tunarungu pada kelas 1 melalui pembelajaran pendekatan kontekstual di SLB B Wiyata Dharma 1 Sleman Yogyakarta [Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta]. Lumbung Pustaka Universitas Negeri Yogyakarta.
- Improve room acoustics*. (n.d.). Hearing Link. Diakses pada November 2, 2021, dari <https://www.hearinglink.org/living/lipreading-communicating/improve-room-acoustics/>
- Jallu, A. S., Hussain, T., Hamid, W. U., & Pampori, R. A. (2019). Prelingual deafness: An overview of treatment outcome. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 71, 1078–1089. <https://doi.org/10.1007/s12070-017-1181-7>
- Johnson, C. A. (2010). Articulation of deaf and hearing spaces using deaf space design guidelines: A community based participatory research with the Albuquerque Sign Language Academy [Tesis magister, University of New Mexico]. Electronic Theses and Dissertations at UNM Digital Repository.
- Julius, P., & Martin, Z. (1979). *Human dimension and interior space: A source book of design reference standards*. Watson-Guption.
- Lewis, P., Tsurumaki, M., & Lewis, D.J. (2016). *Manual of section*. Princeton Architectural Press.
- Lomber, S. G. (n.d.). *Brain plasticity following hearing loss and restoration*. The Brain and Mind Institute, Western University. <https://www.uwo.ca/bmi/research/featured/lomber.html>
- Millett, P. (2018). Accommodating students with hearing loss in a teacher of the Deaf/Hard of Hearing education program. *Journal of Educational Audiology*, 15, 84–90.
- Ostwald, M. J., & Dawes, M. J. (2018). The mathematics of the modernist villa: Architectural analysis using space syntax and isovists. Birkhäuser Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71647-3>
- Room acoustics for the deaf* (n.d.). The Woolly Shepherd. Diakses pada November 2, 2021, dari <https://www.woollyshepherd.co.uk/room-acoustics-for-the-deaf/>
- Sangalang, J. (2012). *What is privacy in deaf space?* [Tesis magister, Gallaudet University]. Gallaudet University.
- studio27arch. (2019). *Gallaudet University | StudioTwentySevenArchitecture*. <https://www.studio27arch.com/casestudy/fragment-04-gallaudet-university/>
- TedxTalks. (2015, Maret 6). *TEDxGallaudet - Robert Sirvage - An Insight from DeafSpace* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=EPTrOO6EYCY>
- Touil, A., & Chabou, M. (2021). Visibility as a requirement for protection of the surroundings of immovable cultural property: Paradigm, incomprehension and questions. *Apuntes*, 33. <https://doi.org/10.11144/javeriana.apu33.vrps>