




Perbandingan Karakteristik Akustik pada Pola Permukiman Kluster dan Grid di Kecamatan Marisa

Moh. Eran^{1*}

¹ Program Studi Arsitektur, Universitas Pohnuato, Jl. Trans Sulawesi No 147, Indonesia

<p>Article Info: Submitted: Oktober, 2025 Reviewed: November, 2025 Accepted: Desember, 2025</p>	<p>Abstract</p> <p><i>This study examines the influence of building layout patterns on environmental acoustic quality in Marisa District. Two settlement patterns—cluster and grid—were compared using sound propagation simulations conducted with Autodesk Ecotect Analysis. The results indicate that the cluster pattern generates higher noise concentration in houses located near the sound source, characterized by dominant direct sound and localized reflections. In contrast, the grid pattern produces a more linear and evenly distributed sound spread along roadway corridors, resulting in lower noise intensity at individual points but a wider overall propagation range. These differences show that the cluster pattern is more effective in limiting noise distribution within specific areas, whereas the grid pattern requires additional strategies to manage noise throughout the neighborhood. The findings highlight the importance of incorporating acoustic considerations into building layout planning to enhance residential comfort.</i></p>
<p>Keywords: Kata kunci 1; Perbandingan Kata Kunci 2; Akustik Kata Kunci 3.Pemukiman</p>	<p>Koresponden Penulis:</p> <p>Moh. Eran Program Studi Arsitektur, Universitas Pohnuato, Jl. Trans Sulawesi No 147, Indonesia Email: moheran220693@mail.com</p>
	<p>Abstrak</p> <p>Penelitian ini menganalisis pengaruh pola penataan bangunan terhadap kualitas akustik lingkungan di Kecamatan Marisa. Dua pola permukiman, yaitu kluster dan grid, dibandingkan menggunakan simulasi penyebaran suara melalui Autodesk Ecotect Analysis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola kluster menyebabkan konsentrasi kebisingan tinggi pada rumah yang berada dekat sumber suara, dengan dominasi suara langsung dan pantulan lokal. Sebaliknya, pola grid menghasilkan penyebaran suara yang lebih linear dan merata sepanjang jalur jalan, sehingga intensitas suara pada satu titik lebih rendah, namun jangkauan kebisingan lebih luas. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pola kluster lebih mampu membatasi sebaran suara pada area tertentu, sementara pola grid memerlukan strategi tambahan untuk mengendalikan kebisingan kawasan. Temuan ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan aspek akustik dalam perencanaan tata bangunan untuk meningkatkan kenyamanan hunian.</p> <p style="text-align: right;"><i>This is an open access article under the CC BY license.</i></p> 

PENDAHULUAN

Pemukiman dalam konteks perencanaan wilayah, perumahan, dan lingkungan merujuk pada lingkungan hunian yang terdiri atas satu atau lebih unit rumah/perumahan, beserta prasarana dan sarana lingkungan (jalan, air, sanitasi, fasilitas sosial, dsb) yang mendukung kehidupan dan aktivitas penghuninya (Aulia Wardani, Friska Adelia Sari, Triva Ulfami, 2023).

Kebisingan lingkungan atau *noise pollution* telah menjadi salah satu permasalahan serius pada kawasan perkotaan dan permukiman di Indonesia. Peningkatan populasi, mobilitas penduduk, dan intensitas aktivitas seperti

lalu lintas kendaraan bermotor, konstruksi, dan aktivitas sosial telah menyebabkan tingkat kebisingan di banyak lingkungan melebihi ambang aman. Kebisingan lingkungan atau kebisingan permukiman adalah suara “tidak dikehendaki” (unwanted sound) yang berasal dari aktivitas eksternal seperti lalu lintas kendaraan, jalur kereta api, fasilitas publik/industri, atau aktivitas masyarakat, yang memasuki area hunian dan dapat mengganggu kenyamanan, kesehatan, dan kualitas hidup penghuninya (Trilina et al., 2025).

Sebagai contoh, penelitian Analisis Kesesuaian Tingkat Kebisingan Salah Satu Bandara di Jawa Timur terhadap Baku Mutu Lingkungan Menggunakan Pemodelan Spasial di Permukiman Sekitar menunjukkan bahwa kebisingan eksternal dari aktivitas bandara dapat menyebabkan tingkat suara melebihi ambang lingkungan hunian, sehingga kebisingan lingkungan menjadi perhatian dalam perencanaan dan kesehatan lingkungan (Finardi et al., 2025). Kondisi ini mencerminkan bahwa kebisingan bukan hanya masalah sesaat, tetapi bisa menjadi ancaman terhadap kenyamanan, kesehatan pendengaran, dan kualitas hidup masyarakat. Berdasarkan peraturan Kementerian Lingkungan Hidup telah diberikan peraturan atau ambang batas kebisingan yang diatur dengan undang-undang Kementerian Lingkungan Hidup nomor :KEP-48/MENLH/11/1996, tentang baku Tingkat kebisingan dilingkungan kegiatan khususnya Kawasan perumahan dan pemukiman ditetapkan bahwa mempunyai nilai batas maksimal sebesar 55dB (Rahman et al., 2023).

Di lingkungan perumahan, masalah kebisingan juga menjadi sorotan. Dalam studi Universitas Negeri Semarang (UNNES), ditemukan bahwa perumahan di perkotaan sering menghadapi kebisingan tinggi akibat lalu lintas kendaraan bermotor yang intens (Setiawan, 2010.). Hal ini diperparah apabila perencanaan tata ruang dan hunian tidak memperhitungkan mitigasi kebisingan misalnya jarak antar rumah, orientasi jalan, dan struktur lingkungan sehingga hunian menjadi rentan terhadap gangguan suara.

Meski banyak penelitian fokus pada sumber kebisingan eksternal (kendaraan, lalu lintas, aktivitas industri, konstruksi), aspek fisik lingkungan seperti tata penataan bangunan dan desain arsitektur ternyata juga memainkan peran penting dalam bagaimana suara merambat, dipantulkan, diserap atau dibelokkan. Studi Analisa Kebisingan dan Studi Akustik dalam Tatanan Bangunan menegaskan bahwa pencemaran bunyi merupakan polusi lingkungan yang sering diabaikan, meskipun kenyamanan akustik adalah bagian signifikan dari kualitas hunian (Siska, 2015).

Lebih lanjut, desain dan konfigurasi bangunan termasuk orientasi bangunan, jarak antar bangunan, dan elemen pembatas suara dapat mempengaruhi tingkat kebisingan yang diterima penghuni.

Penelitian lain menunjukkan bahwa desain bangunan dan elemen pendukungnya bisa menjadi solusi pasif dalam mitigasi kebisingan. Misalnya, penelitian Efektivitas Desain Bangunan Dalam Meredam Dampak Kebisingan Eksternal (Studi Kasus: Hunian di Sekitar Bandara El Tari Kupang) menemukan bahwa melalui material bangunan, orientasi, dan barrier alami atau buatan, hunian dapat mengurangi tingkat kebisingan eksternal antara 0,4 sampai 16,2 dB(A) (Ndoen et al., 2024). Ini menunjukkan bahwa upaya mitigasi tidak selalu harus dilakukan dengan perangkat aktif melainkan bisa dilakukan sejak perencanaan tata ruang dan desain arsitektur.

Namun, meskipun aspek desain dan arsitektur telah diteliti, literatur yang secara eksplisit mengkaji hubungan antara pola penataan massa bangunan secara kawasan (misalnya klaster, linier, grid, atau pola permukiman tradisional) dengan kualitas akustik lingkungan terutama di konteks permukiman atau kawasan kecil seperti kecamatan masih sangat terbatas. Banyak penelitian hanya menyorot kebisingan dari sumber eksternal atau aspek detail arsitektur per bangunan, bukan konfigurasi spasial kawasan secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan adanya kekosongan penelitian penting untuk dieksplorasi.

Kekosongan tersebut menjadi semakin relevan jika kita mempertimbangkan kenyataan bahwa perencanaan kawasan di banyak daerah di Indonesia termasuk di kecamatan-kecamatan kecil kerap dilakukan tanpa mempertimbangkan kualitas akustik sebagai bagian dari desain lingkungan. Padahal, faktor kenyamanan suara sangat berkaitan dengan kualitas hidup, kesehatan, dan kenyamanan hunian. Dengan demikian, penting untuk menelaah apakah pola penataan bangunan di suatu kawasan dalam hal orientasi, jarak antar rumah, susunan massa, ruang terbuka, dan jalur transportasi dapat mempengaruhi penyebaran suara dan tingkat kebisingan.

Dengan latar seperti itu, penelitian ini memilih judul “Analisis Akustik Lingkungan Berdasarkan Pola Penataan Bangunan di Kecamatan Marisa”. Pemilihan Kecamatan Marisa sebagai lokasi studi relevan apabila kawasan tersebut memiliki berbagai jenis pola penataan bangunan mungkin terdapat area pemukiman padat, area baru, atau area dekat jalan utama sehingga memungkinkan analisis perbandingan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan dalam literatur: menilai secara empiris bagaimana pola penataan bangunan mempengaruhi akustik lingkungan dalam konteks lokal di Indonesia.

Dengan demikian, melalui penelitian ini diharapkan diperoleh pemahaman lebih baik tentang bagaimana tata massa bangunan dan pola penataan kawasan dapat dijadikan strategi mitigasi kebisingan pasif. Hasilnya bisa membantu perencana kota, arsitek, pengembang, dan pemangku kebijakan dalam merancang kawasan permukiman atau pemukiman baru yang tidak hanya memperhatikan fungsi dan estetika, tetapi juga kenyamanan akustik sehingga berdampak pada kesehatan, kenyamanan, dan kualitas hidup penghuni di masa mendatang.

TINJAUAN PUSTAKA

Pola penataan bangunan, seperti pola linier, kluster, grid, atau blok campuran, berpengaruh besar terhadap perambatan suara di lingkungan luar. Kebisingan merupakan konsekuensi perkembangan wilayah, terutama di area yang dekat dengan aktivitas ekonomi dan transportasi. Penelitian (Prianto et al., 2022) di perumahan baru Yogyakarta menunjukkan bahwa peningkatan mobilitas penduduk menyebabkan tingkat kebisingan rata-rata melebihi ambang batas nyaman 55 dB untuk permukiman. Temuan ini menunjukkan bahwa tata ruang dan penataan bangunan sering tidak mempertimbangkan aspek akustik. Kondisi serupa berpotensi terjadi di Kecamatan Marisa yang mengalami pertumbuhan pemukiman pesat dan peningkatan aktivitas kendaraan.

Desain bangunan dapat berfungsi sebagai mitigator kebisingan melalui penggunaan material, orientasi, atau penambahan barrier. (Ndoen et al., 2024) membuktikan adanya reduksi kebisingan yang signifikan pada hunian di sekitar bandara El Tari Kupang melalui penggunaan desain fasad yang tepat, redaman material, dan penataan ruang luar. Studi tersebut menunjukkan bahwa meskipun sumber kebisingan tinggi, kualitas akustik dapat dikendalikan melalui perencanaan yang baik.

Faktor aktivitas masyarakat dan lalu lintas kendaraan adalah penyumbang utama kebisingan kawasan permukiman. Penelitian (Saputra, 2022) tentang kebisingan proyek konstruksi menyimpulkan bahwa area permukiman yang padat bangunan lebih rentan terhadap amplifikasi suara melalui refleksi antar dinding bangunan. Ini menunjukkan bahwa tata bangunan yang tidak direncanakan dengan baik dapat memperparah tingkat kebisingan, terutama di area seperti pusat kecamatan Marisa yang memiliki pola bangunan memanjang mengikuti jalan utama.

METODOLOGI

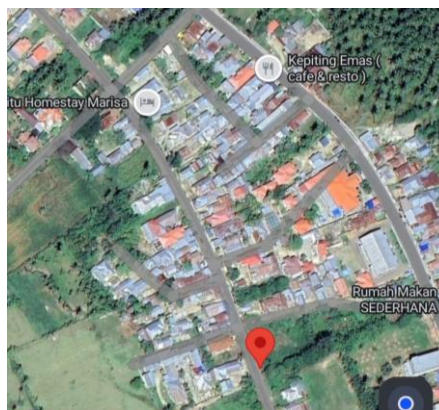
Penelitian ini menggunakan pendekatan komparatif dan deskriptif-naratif untuk menganalisis pengaruh pola penataan bangunan terhadap kualitas akustik lingkungan di Kecamatan Marisa. Pendekatan komparatif digunakan untuk membandingkan Sebaran suara (kebisingan) pada pola kluster dan grid, sedangkan deskriptif-naratif digunakan untuk menjelaskan fenomena akustik.

Lokasi penelitian mencakup beberapa area yang mewakili variasi pola bangunan. Data primer diperoleh melalui pengukuran penyebaran suara (kebisingan) menggunakan Software Autodesk Ecotect Analysis. Data sekunder meliputi peta dari *Google Maps*, literatur ilmiah terkait akustik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peta Pemukiman Masyarakat Pola Kluster

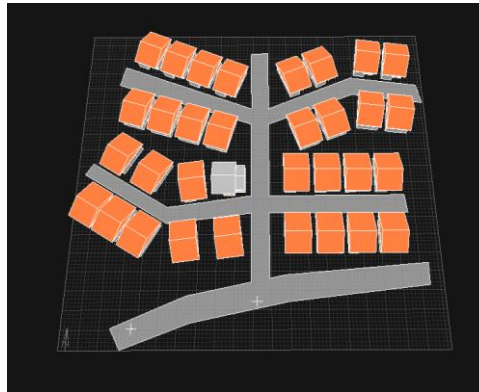
Bangunan rumah berada di Jl. Panua Kecamatan Marisa. Batas-batas bangunan lebih jelas dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 1. Pola Kluster Bangunan rumah (Sumber Google Maps)

Penggambaran Tata Letak Massa Perumahan masyarakat menggunakan Simulasi Ecotect Analysis

Objek yang di simulasi Masyar lingkungan rumah Masyarakat yang luas areanya 5.600m² dan rumah tinggal berjumlah 33 hunian. Eksisting rumah tinggal mengikuti bentuk dari jalan.



Gambar 2. Tata Letak Massa Perumahan Masyarakat (Sumber; Analisa Pribadi)

2. Peta Pemukiman Masyarakat Pola Grid

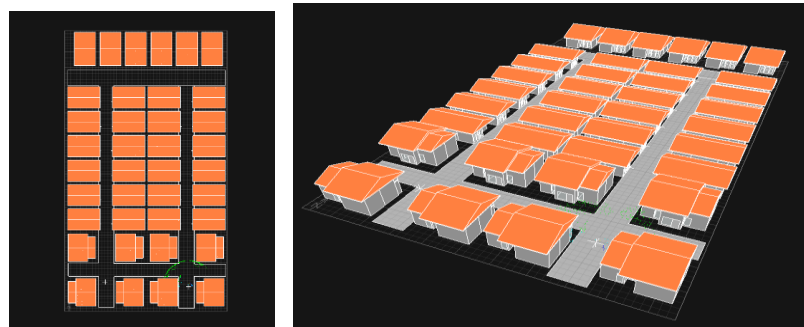
Bangunan rumah berada di Perum Griya Marisa Indah Jl. Melati Kecamatan Marisa. batas-batas bangunan lebih jelas dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3. Pola Grid Bangunan rumah (Sumber Google Maps)

Penggambaran Tata Letak Massa Perumahan masyarakat menggunakan Simulasi Ecotect Analysis

Objek yang di simulasi adalah lingkungan rumah masyarakat yang luas areanya 4.590m² dan rumah tinggal berjumlah 38 hunian. Eksisting rumah tinggal mengikuti bentuk dari jalan.



Gambar 4. Pola Grid Bangunan rumah (Sumber Google Maps & Analisa Pribadi)

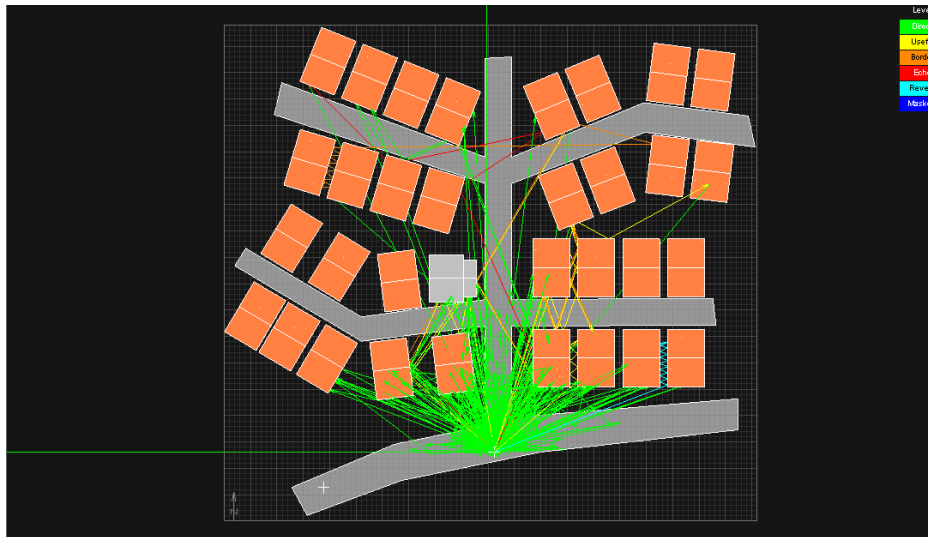
3. Analisis Hasil Simulasi

A. Pola Kluster

1) Background Noise Existing

Pengukuran *Background Noise* dilakukan di 1 titik dengan diambil selama 521.5ms. bising latar belakang yang diukur dalam hal ini adalah tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh bising dari jalan yang bersumer dari kendaraan dengan tingkat kekuatan bunyi 60 db dan 500Hz, jumlah garis suara yang digunakan 2000 dan 16 kali pantulan dengan penyebaran acak bersudut tegak 90°.

2) Pola Penyebaran Bunyi



Gambar 5: *Static rays*
(Sumber: Data Pribadi)

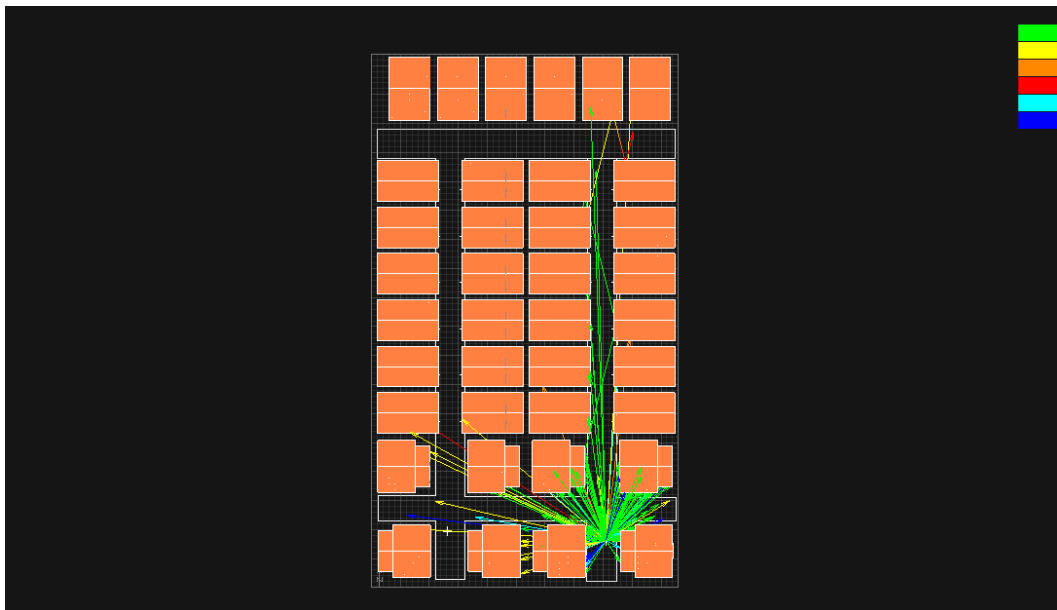
Dari hasil simulasi pada gambar di atas dapat dilihat pola penyebaran suara atau jenis suara yang ditimbulkan. Terdapat beberapa jenis suara yang timbul yaitu Direct, useful, border, echo, dan Reverb. Dimana suara direct (langsung) paling banyak dan menyebar mengenai rumah tinggal yang berada di depan sumber suara dan selanjutnya memantulkan suara suara yang ada, sehingga menjadi jenis suara yang lain seperti useful dan echo. Gambar *Static rays* menunjukkan pola penyebaran suara di lingkungan perumahan berdasarkan hasil simulasi. Dari gambar tersebut terlihat bagaimana suara bergerak dari sumbernya dan berinteraksi dengan berbagai permukaan di sekitarnya. Beberapa jenis suara yang muncul antara lain direct sound, useful sound, border sound, echo, dan reverb. Suara direct merupakan suara yang bergerak langsung dari sumber, misalnya kendaraan di jalan, menuju rumah tinggal tanpa mengalami pantulan, sehingga paling banyak terdengar di rumah yang berada tepat di depan sumber suara. Setelah mengenai permukaan rumah dan elemen lingkungan lainnya, suara ini memantul dan berubah menjadi jenis suara lain, seperti useful sound yang masih terdengar jelas dan alami, echo yang terdengar sebagai gema akibat pantulan, serta reverb yang terdengar berkepanjangan karena memantul berulang kali. Pola ini menunjukkan bagaimana suara dari jalan raya tidak hanya langsung terdengar, tetapi juga menyebar melalui pantulan sehingga memengaruhi kenyamanan akustik di seluruh rumah dalam perumahan.

B. Pola Grid

1) Background Noise Existing

Pengukuran *Background Noise* dilakukan di 1 titik dengan diambil selama 295.3ms. bising latar belakang yang diukur dalam hal ini adalah tingkat tekanan bunyi yang dihasilkan oleh bising dari jalan yang bersumer dari kendaraan dengan tingkat kekuatan bunyi 60 db dan 500Hz, jumlah garis suara yang digunakan 1000 dan 16 kali pantulan dengan penyebaran acak bersudut tegak 90°.

2) Pola Penyebaran Bunyi



Gambar 6: *Static rays*
(Sumber: Data Pribadi)

Dari hasil simulasi pada gambar di atas dapat dilihat pola penyebaran suara atau jenis suara yang ditimbulkan. Terdapat beberapa jenis suara yang timbul yaitu Direct, useful, border, echo, dan Reverb. Dimana suara direct (langsung) paling banyak dan menyebar mengenai rumah tinggal yang berada di depan sumber suara dan selanjutnya memantulkan suara suara yang ada, sehingga menjadi jenis suara yang lain seperti useful dan echo.

Pada pola grid, gelombang suara direct juga mendominasi, namun penyebaran suara cenderung lebih linear dan meluas mengikuti jalur jalan antar blok. Pantulan suara (useful dan echo) terjadi pada dinding rumah yang berhadapan-hadapan atau permukaan keras di sepanjang jalur jalan. Efek reverb sedikit lebih terasa dibandingkan pola kluster karena adanya ruang terbuka yang lebih luas dan jalur antar rumah yang lurus memungkinkan gelombang memantul lebih lama.

Pola grid menyebabkan suara dapat menyebar lebih jauh dan merata di seluruh kawasan. Rumah yang berada pada blok yang sejajar dengan sumber suara akan mengalami paparan kebisingan lebih merata dibandingkan pola kluster, meskipun intensitas suara langsung pada tiap rumah cenderung sedikit lebih rendah daripada rumah yang berada di pusat kluster. Hal ini menunjukkan bahwa pola grid menghasilkan distribusi suara yang lebih homogen, namun potensi kebisingan di seluruh area lebih luas dibandingkan pola kluster.

4. Perbandingan Pola Kluster dan Pola Grid dalam Penyebaran Suara

Pola penyebaran suara di lingkungan perumahan dapat berbeda tergantung pada tata letak rumah, seperti pada pola kluster dan pola grid. Pada pola kluster, rumah-rumah dikelompokkan secara rapat dalam suatu klaster, sehingga pengukuran background noise menunjukkan bahwa suara yang berasal dari jalan, seperti kendaraan, cenderung terkonsentrasi di area tertentu. Pengukuran dilakukan selama 521,5 ms dengan 2000 garis suara dan 16 kali pantulan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa suara direct atau suara langsung dari sumber paling dominan mengenai rumah yang berada di depan sumber kebisingan. Selain itu, pantulan suara menghasilkan jenis suara lain seperti useful sound, yang masih terdengar jelas dan alami, echo, yang terdengar sebagai gema akibat pantulan permukaan keras, serta reverb, yaitu suara yang terdengar berkepanjangan karena memantul beberapa kali. Pola ini menyebabkan rumah di pusat klaster lebih banyak menerima kebisingan, sementara rumah di tepi klaster relatif lebih terlindungi dari suara langsung. Dengan kata lain, pola kluster cenderung menciptakan konsentrasi kebisingan di titik-titik tertentu, sehingga beberapa rumah mengalami tingkat kenyamanan akustik yang lebih rendah dibandingkan yang lain.

Sebaliknya, pada pola grid, rumah-rumah tersusun secara rapi mengikuti jalur jalan yang lurus dan sejajar, sehingga pola penyebaran suara lebih linear dan merata. Pengukuran dilakukan selama 295,3 ms dengan 1000 garis suara dan 16 kali pantulan. Suara direct masih dominan, tetapi gelombang suara menyebar mengikuti jalur jalan antar blok, sehingga lebih banyak rumah yang terkena paparan suara. Pantulan suara terjadi di dinding rumah yang berhadapan-hadapan atau permukaan keras sepanjang jalur jalan, menghasilkan useful sound, echo, dan reverb. Efek reverb sedikit lebih terasa dibanding pola kluster karena adanya ruang terbuka yang lebih luas memungkinkan gelombang suara memantul lebih lama. Akibatnya, distribusi kebisingan pada pola grid lebih homogen, meskipun intensitas suara langsung pada masing-masing rumah sedikit lebih rendah dibandingkan rumah yang berada di pusat kluster pada pola kluster.

Dengan demikian, pola kluster cenderung menimbulkan konsentrasi kebisingan di area tertentu, membuat beberapa rumah lebih bising, sedangkan pola grid menghasilkan penyebaran suara yang lebih merata di seluruh perumahan. Pola grid lebih efektif untuk distribusi kebisingan yang homogen, tetapi potensi kebisingan dirasakan oleh lebih banyak rumah. Sebaliknya, pola kluster bisa melindungi rumah yang berada di tepi kluster dari kebisingan langsung, tetapi rumah di pusat kluster cenderung lebih terdampak. Pemahaman perbedaan ini sangat penting dalam perencanaan perumahan untuk meningkatkan kenyamanan akustik bagi seluruh penghuni.

KESIMPULAN

Pola penataan bangunan memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik akustik lingkungan di Kecamatan Marisa. Pada pola kluster, suara cenderung terfokus di dalam kelompok rumah tertentu, menghasilkan konsentrasi kebisingan yang tinggi secara lokal namun penyebarannya terbatas ke area luar. Sebaliknya, pada pola grid, suara tersebar lebih luas dan merata mengikuti jalur jalan antar blok, sehingga intensitas kebisingan puncak di tiap titik lebih rendah, tetapi jangkauan suara lebih luas. Pola kluster juga menghasilkan lebih banyak pantulan suara lokal (echo) karena jarak antar rumah yang dekat dan dinding berhadapan-hadapan, sementara pola grid menghasilkan pantulan suara yang lebih panjang dan menyebar sepanjang jalur jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan pola bangunan perlu mempertimbangkan aspek akustik; pola kluster lebih cocok untuk mengendalikan kebisingan lokal, sedangkan pola grid membutuhkan strategi tambahan seperti barrier, vegetasi, atau pengaturan orientasi bangunan untuk mengurangi penyebaran suara ke seluruh kawasan. Dengan demikian, perencanaan kawasan permukiman di Kecamatan Marisa sebaiknya mengintegrasikan analisis akustik dalam desain tata bangunan untuk meningkatkan kenyamanan akustik penghuni sekaligus meminimalkan dampak kebisingan lingkungan.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait publikasi makalah ini.

REFERENSI

- Aulia Wardani, Friska Adelia Sari, Triva Ulfami, M. T. R. (2023). Analisis Konsep Tipologi Permukiman Penduduk Di Bantaran Sungai Deli Kelurahan Sukaraja Kecamatan Medan Maimun. 10(1), 53–65. <https://doi.org/10.20527/Jpg.V10i1.14463>
- Finardi, S. A., Hikmah, R., & Murti, A. (2025). Analisis Kesesuaian Tingkat Kebisingan Salah Satu Bandara Di Jawa Timur Terhadap Baku Mutu Lingkungan Menggunakan Pemodelan Spasial Di Permukiman Sekitar. X(3), 14167–14173.
- Ndoen, R., Solissa, A. P., Arsitektur, S., Teknik, F., Bangsa, U. C., & Tari, E. (2024). Efektivitas Desain Bangunan Dalam Meredam Dampak Kebisingan Eksternal (Studi Kasus : Hunian Di Sekitar Bandara El Tari Kupang) Efektivitas Desain Bangunan Dalam Meredam Dampak Kebisingan Eksternal (Studi Kasus : Hunian Di Sekitar Bandara El Tari Kupang). 14(2), 182–191.
- Prianto, E., Mangkukusuman, K., & Yogyakarta, K. (2022). Tabita Febriawaty Kartika Putri*, Tingkat Kebisingan Pada Perumahan. 9.
- Rahman, R. H., Sattu, M., Sakati, S. N., Masyarakat, K., & Tompotika, U. (2023). Buletin Kesehatan MAHASISWA. 01(48).
- Saputra, J. (2022). Politeknologi Vol. 21 No. 2 Mei 2022. 21(2).
- Setiawan, M. F. (2010). Tingkat Kebisingan Pada Perumahan Di Perkotaan. Teknik Sipil & Perencanaan, 12(024), 191–201.
- Siska, D. (2015). Analisa Kebisingan dan Studi Akustik dalam Tatanan Bangunan. 6(6), 33–38.
- Trilina, S., Sofyan, A., & Tomo, H. S. (2025). Analisis Sebaran Kebisingan di Area Permukiman dengan Metode Numerik dan Visualisasi pada MATLAB. X(4), 15674–15680.