



# Analisis Perbandingan Tingkat Kebisingan Kabin pada Mitsubishi Destinator Varian Sunroof dan Non-Sunroof Menggunakan Sound Level Meter

Faiz Arkan Yulianto<sup>1</sup>, Yusep Sukrawan<sup>2</sup>, Ridwan Adam M Noor<sup>3</sup>, Tatang Permana<sup>4</sup>,  
Gilang Ciptadi Mahatkarsa<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Pendidikan Indonesia, Jawa Barat 40154, Indonesia

Email Korespondensi: [arkantira@upi.edu](mailto:arkantira@upi.edu)

**Abstract.** This study aims to analyze and compare the cabin noise levels of the Mitsubishi Destinator Ultimate variant (sunroof) and Exceed variant (non-sunroof) under various driving speed conditions. Measurements were conducted using a Sound Level Meter inside the cabin at idle, 10, 30, 50, 70, 90, and 100 km/h. Results indicate that the Ultimate (sunroof) variant consistently produces higher noise levels than the Exceed (non-sunroof) variant across all speed variations. The largest noise difference was recorded at 100 km/h at 6.50 dB, while the smallest occurred at idle at 0.05 dB. Noise levels in both variants increased significantly with increasing speed, with the sunroof variant reaching 70.00 dB and the non-sunroof variant reaching 63.50 dB at 100 km/h. This difference is attributed to gaps and seals in the sunroof panel, which allow greater noise penetration from the external environment.

**Keywords:** Cabin Noise; Decibel; Mitsubishi Destinator; Sound Level Meter; Sunroof.

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan tingkat kebisingan kabin pada Mitsubishi Destinator varian Ultimate (sunroof) dan varian Exceed (non-sunroof) pada berbagai kondisi kecepatan berkendara. Pengukuran dilakukan menggunakan Sound Level Meter di dalam kabin kendaraan pada kecepatan idle, 10, 30, 50, 70, 90, dan 100 km/jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varian Ultimate (sunroof) secara konsisten menghasilkan tingkat kebisingan yang lebih tinggi dibandingkan varian Exceed (non-sunroof) pada seluruh variasi kecepatan. Selisih kebisingan terbesar terjadi pada kecepatan 100 km/jam sebesar 6,50 dB, sedangkan selisih terkecil terjadi pada kondisi idle sebesar 0,05 dB. Kebisingan pada kedua varian meningkat secara signifikan seiring bertambahnya kecepatan, dengan varian sunroof mencapai 70,00 dB dan non-sunroof 63,50 dB pada kecepatan 100 km/jam. Perbedaan tingkat kebisingan ini disebabkan oleh kehadiran celah dan seal pada panel sunroof yang memungkinkan lebih banyak noise penetration dari lingkungan luar kabin.

**Kata kunci:** Desibel; Kebisingan Kabin; Mitsubishi Destinator; Sound Level Meter; Sunroof.

## 1. LATAR BELAKANG

Kenyamanan berkendara merupakan salah satu faktor utama yang dipertimbangkan konsumen dalam memilih kendaraan bermotor. Salah satu aspek penting kenyamanan adalah tingkat kebisingan di dalam kabin (Noise, Vibration, and Harshness/NVH). Kebisingan kabin yang tinggi tidak hanya mengganggu kenyamanan pengemudi dan penumpang, tetapi juga dapat memengaruhi konsentrasi berkendara dan berdampak negatif pada kesehatan pendengaran dalam jangka panjang (Flor et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa paparan kebisingan secara terus-menerus di atas 80 dBA berpotensi menimbulkan gangguan pendengaran, stres, dan penurunan kualitas tidur (Rina, Darmawan, & Susanti, 2024). Batas aman kebisingan lingkungan kerja menurut standar internasional adalah 85 dB untuk paparan 8 jam per hari.

Mitsubishi Destinator merupakan salah satu kendaraan SUV yang diminati di pasar otomotif Indonesia. Kendaraan ini tersedia dalam beberapa varian, di antaranya varian Ultimate yang dilengkapi fitur sunroof dan varian Exceed yang tidak memiliki sunroof. Perbedaan konstruksi atap ini diduga berpengaruh terhadap perbedaan karakteristik akustik kabin. Panel sunroof umumnya memiliki sambungan, seal, dan mekanisme buka-tutup yang berpotensi menjadi jalur masuknya suara dari luar kabin (Yang et al., 2021; Mohan et al., 2023).

Fenomena kebisingan aerodinamis pada kendaraan berbadan besar seperti SUV cenderung lebih dominan dibandingkan kendaraan sedan karena koefisien drag yang lebih tinggi (Mao et al., 2026). Pada kecepatan di atas 100 km/jam, kebisingan aerodinamis menjadi sumber kebisingan interior yang dominan, terutama pada kendaraan yang memiliki celah dan sealing yang tidak sempurna pada area sunroof (Li et al., 2021). Penelitian komparatif antara kendaraan bersunroof dan non-sunroof pada kondisi kecepatan bervariasi masih sangat terbatas, khususnya untuk segmen pasar kendaraan Indonesia.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan membandingkan tingkat kebisingan kabin Mitsubishi Destinator Ultimate (sunroof) dan Exceed (non-sunroof) menggunakan Sound Level Meter pada berbagai variasi kecepatan berkendara, sehingga dapat memberikan data objektif terkait pengaruh fitur sunroof terhadap akustik kabin kendaraan.

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen komparatif dengan pendekatan kuantitatif. Objek penelitian adalah dua unit Mitsubishi Destinator: varian Ultimate (dengan sunroof) dan varian Exceed (tanpa sunroof). Kedua kendaraan berada dalam kondisi standar pabrik tanpa modifikasi akustik.



**Gambar 1.** Unit Mitsubishi Destinator yang Digunakan dalam Penelitian — (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Samping.

Alat ukur yang digunakan adalah Sound Level Meter (SLM) digital tipe Class 2 dengan akurasi  $\pm 1,5$  dB yang ditempatkan di tengah kabin pada ketinggian setara posisi kepala penumpang (1,0–1,2 meter dari lantai). Pengukuran dilakukan pada kondisi jendela tertutup penuh, AC menyala pada pengaturan standar, dan sunroof dalam kondisi tertutup rapat untuk varian Ultimate. Pendekatan ini sesuai dengan metodologi yang digunakan oleh Flor et al. (2022) dalam pengukuran akustik interior kendaraan.



**Gambar 2.** Sound Level Meter SANFIX WT85 — (a) Tampak Depan/kiri dan (b) Tampak Belakang/kanan.

**Tabel 1.** Spesifikasi Teknis Sound Level Meter SANFIX WT85

Spesifikasi	Nilai
Standar	IEC 61672-1 Kelas 2 (Type 2)
Rentang Frekuensi	31,5 Hz – 8 kHz
Rentang Pengukuran	30 – 130 dB(A)
Layar LCD	LCD digital dengan fungsi backlight
Mikrofon	Mikrofon kondenser elektret
Kondenser	Elektret
Resolusi	0,1 dB
Waktu Pengukuran	Fast (125 ms) / Slow (1 s)
Akurasi	$\pm 1,5$ dB (pada 94 dB @ 1 kHz)
Keluaran AC	1,0 V rms
Keluaran DC	10 mV/dB
Baterai	3 $\times$ 1,5 V AAA
Tenaga	4,5 V (Baterai)

Variasi kecepatan yang diuji meliputi: kondisi idle (mesin menyala, kendaraan diam), 10, 30, 50, 70, 90, dan 100 km/jam. Setiap kondisi diukur sebanyak tiga kali pengulangan dan diambil nilai rata-ratanya untuk meminimalkan kesalahan pengukuran. Pengujian dilakukan pada lintasan uji lurus dan rata dengan kondisi jalan beraspal dalam keadaan kering. Tingkat kebisingan latar belakang (background noise) dicatat sebelum pengujian untuk memastikan kondisi lingkungan yang terkendali (Necula et al., 2026).

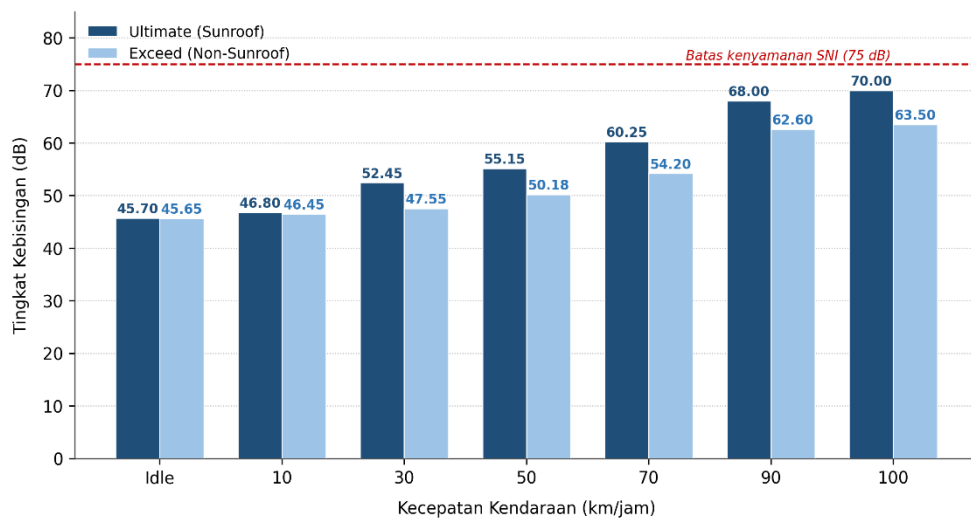
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran tingkat kebisingan kabin pada kedua varian Mitsubishi Destinator disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan Kabin Mitsubishi Destinator

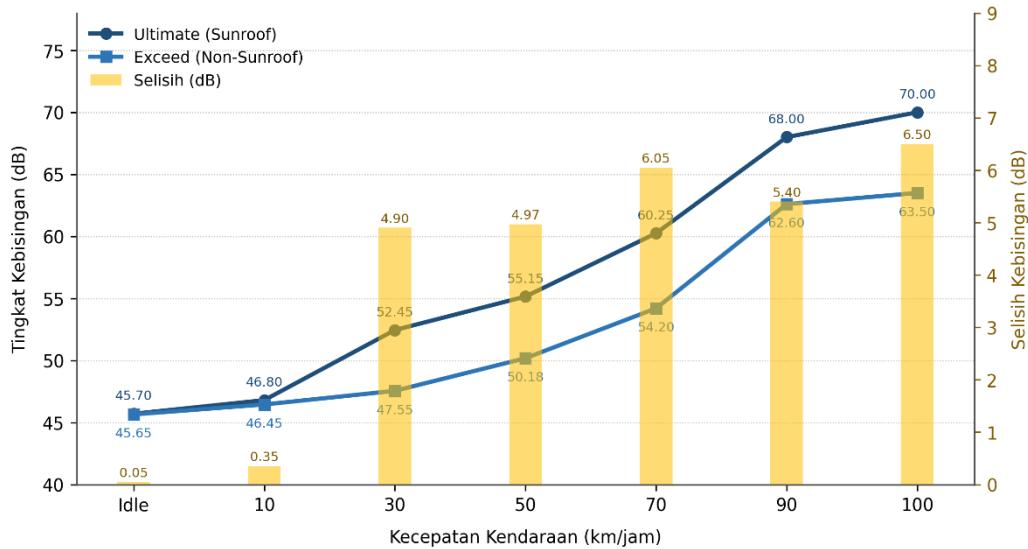
Kecepatan	Ultimate / Sunroof (dB)	Exceed / Non-Sunroof (dB)	Selisih (dB)
Idle	45,70	45,65	0,05
10 km/jam	46,80	46,45	0,35
30 km/jam	52,45	47,55	4,90
50 km/jam	55,15	50,18	4,97
70 km/jam	60,25	54,20	6,05
90 km/jam	68,00	62,60	5,40
100 km/jam	70,00	63,50	6,50

Untuk memperjelas perbandingan antar varian pada setiap kondisi kecepatan, data pada Tabel 2 disajikan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Perbandingan Tingkat Kebisingan Kabin Mitsubishi Destinator Varian Ultimate (Sunroof) dan Exceed (Non-Sunroof) pada Setiap Variasi Kecepatan

Selain perbandingan langsung antar varian, tren peningkatan kebisingan terhadap kecepatan serta pola selisih kebisingan antara kedua varian juga divisualisasikan dalam bentuk grafik garis dan batang gabungan pada Gambar 4, sehingga pola percepatan selisih kebisingan pada kecepatan menengah-tinggi dapat diamati secara lebih jelas.



**Gambar 4.** Tren Kebisingan Kabin terhadap Kecepatan dan Selisih Kebisingan Antar Varian Mitsubishi Destinator

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan grafik di atas, dapat dianalisis beberapa temuan utama sebagai berikut. Pertama, pada kondisi idle, selisih kebisingan antara kedua varian sangat kecil (0,05 dB). Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi stasioner, perbedaan konstruksi atap belum memberikan pengaruh yang signifikan karena sumber kebisingan dominan adalah getaran mesin yang merambat melalui rangka kendaraan (Flor et al., 2020). Nilai 45,70 dB dan 45,65 dB pada kondisi idle juga sesuai dengan penelitian Smardzewski et al. (2023) yang menemukan rentang 45–47 dB pada kondisi stasioner kendaraan penumpang modern.

Kedua, seiring meningkatnya kecepatan, selisih kebisingan antara kedua varian meningkat secara signifikan, sebagaimana divisualisasikan pada batang selisih di Gambar 4. Pada kecepatan 30 km/jam selisih mencapai 4,90 dB, dan terus meningkat hingga 6,50 dB pada 100 km/jam. Peningkatan ini berkaitan erat dengan meningkatnya tekanan aerodinamis. Sesuai temuan Mao et al. (2026), kebisingan aerodinamis menjadi sumber kebisingan interior yang dominan pada kecepatan tinggi, terutama pada kendaraan berbentuk SUV dengan koefisien drag yang relatif besar.

Ketiga, fenomena sunroof buffeting noise merupakan respons akustik aerodinamis yang terjadi akibat perbedaan aliran udara di dalam dan di luar kendaraan. Li et al. (2021) serta Mohan et al. (2023) menjelaskan bahwa vorteks turbulen yang terbentuk di atas celah panel

sunroof menciptakan osilasi tekanan yang masuk ke dalam kabin. Inilah yang menyebabkan varian sunroof konsisten lebih bising dibanding varian non-sunroof pada seluruh variasi kecepatan.

Keempat, pada kecepatan 90 km/jam terjadi sedikit penurunan selisih (dari 6,05 dB menjadi 5,40 dB) sebelum kembali meningkat ke 6,50 dB pada 100 km/jam. Fluktuasi ini dapat disebabkan oleh perubahan pola aliran turbulen atau resonansi akustik pada frekuensi tertentu yang berinteraksi dengan volume kabin (Münder et al., 2024). Fenomena serupa juga dilaporkan dalam penelitian Liu & Lee (2024) di mana karakteristik kebisingan interior tidak selalu linier pada rentang kecepatan tertentu.

Kelima, seluruh nilai kebisingan yang terukur masih berada di bawah ambang bahaya 85 dB. Namun, nilai 70,00 dB pada varian sunroof di kecepatan 100 km/jam cukup tinggi dan dapat mengganggu kenyamanan percakapan serta konsentrasi berkendara. Muntean et al. (2026) menyatakan bahwa kendaraan kelas N1 dianggap memenuhi ambang kenyamanan akustik apabila tingkat kebisingan kabin tidak melebihi 75 dB pada kecepatan operasional maksimum.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan Sound Level Meter pada tujuh variasi kecepatan, tujuan penelitian untuk mengukur dan membandingkan tingkat kebisingan kabin Mitsubishi Destinator varian Ultimate (sunroof) dan Exceed (non-sunroof) telah terpenuhi. Varian Ultimate secara konsisten menunjukkan tingkat kebisingan yang lebih tinggi dibandingkan varian Exceed pada seluruh kondisi kecepatan yang diuji, dengan selisih berkisar antara 0,05 dB pada kondisi idle hingga 6,50 dB pada kecepatan 100 km/jam. Temuan ini memberikan data objektif yang mengkonfirmasi bahwa kehadiran fitur sunroof memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik akustik kabin kendaraan, sesuai dengan tujuan penelitian yang ditetapkan dalam pendahuluan.

Secara kuantitatif, kebisingan kabin pada kedua varian meningkat secara progresif seiring bertambahnya kecepatan, dengan laju peningkatan yang lebih tajam pada varian sunroof mulai kecepatan 30 km/jam ke atas. Pada kecepatan 100 km/jam, varian Ultimate mencapai 70,00 dB sedangkan varian Exceed hanya 63,50 dB. Fenomena sunroof buffeting noise, yang disebabkan oleh vorteks turbulen yang terbentuk di atas celah panel sunroof dan menimbulkan osilasi tekanan di dalam kabin, terbukti menjadi mekanisme utama penyebab selisih kebisingan tersebut. Seluruh nilai kebisingan yang terukur masih berada di bawah ambang bahaya 85 dB; namun, nilai 70,00 dB pada varian sunroof di kecepatan 100 km/jam mendekati batas

kenyamanan akustik 75 dB, sehingga perlu diperhatikan dalam konteks penggunaan kendaraan jangka panjang.

Temuan penelitian ini memiliki implikasi praktis bagi berbagai pihak. Bagi konsumen, data ini dapat dijadikan pertimbangan objektif dalam memilih varian kendaraan berdasarkan prioritas kenyamanan akustik, khususnya bagi pengguna yang sering berkendara pada kecepatan tinggi di jalan tol. Bagi produsen otomotif, hasil penelitian memberikan gambaran tentang pentingnya peningkatan kualitas material sealing dan optimalisasi desain panel sunroof guna meminimalkan noise penetration dari luar kabin. Data ini juga dapat digunakan sebagai baseline teknis dalam pengembangan solusi peredam akustik pasif maupun aktif untuk kendaraan kelas SUV berbasis produksi massal.

Untuk memperluas cakupan penelitian di masa mendatang, beberapa arah studi lanjutan dapat dipertimbangkan. Pertama, pengukuran pada berbagai kondisi bukaan sunroof—mulai dari posisi tertutup, tilted, terbuka sebagian, hingga terbuka penuh—untuk mengidentifikasi kondisi akustik yang paling optimal. Kedua, analisis spektrum frekuensi kebisingan menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT) guna menentukan pita frekuensi dominan dari sunroof buffeting noise. Ketiga, studi perbandingan lintas model dan merek kendaraan SUV yang memiliki fitur sunroof serupa untuk menghasilkan pola yang lebih representatif. Keempat, eksplorasi material dan teknologi akustik inovatif yang dapat diterapkan pada area panel sunroof sebagai solusi mitigasi kebisingan yang efektif dan efisien

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Indonesia, atas dukungan fasilitas dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang telah membantu proses pengumpulan data

## DAFTAR REFERENSI

- Ali, M. M., & Majid, D. (2023). Analisis dan uji korelasi tingkat kebisingan lalu lintas: Ruas Jalan Bundaran Waru Kota Surabaya. *JiTEKH (Jurnal Ilmiah Teknologi Harapan)*, 11(2), 70–82. <https://doi.org/10.35447/jitekh.v11i2.803> [SINTA 5]
- Dedi, Desriantomy, & Murniati, D. (2023). Analisis tingkat kebisingan akibat aktivitas transportasi Rumah Sakit Bhayangkara Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknik (Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan)*, 7(1), 54–61. <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/JT/article/view/9114> [SINTA]
- Flor, D., Pena, D., Oliveira, H. L., Pena, L., de Sousa, V. A., & Martins, A. (2022). Evaluation of acoustic noise level and impulsiveness inside vehicles in different traffic conditions.

- Sensors*, 22(5), 1946. <https://doi.org/10.3390/s22051946> [Scopus]
- Flor, D., Pena, D., Pena, L., de Sousa, V. A., & Martins, A. (2020). Characterization of noise level inside a vehicle under different conditions. *Sensors*, 20(9), 2471. <https://doi.org/10.3390/s20092471> [Scopus]
- Hu, X., Zhang, Y., & Chen, H. (2020). Prediction and aerodynamic analysis of interior noise and wind drag generated by the outside rear-view mirror for commercial vehicles. *Shock and Vibration*, 2020, 8893959. <https://doi.org/10.1155/2020/8893959> [Scopus]
- Li, S., Lu, Z., Tang, R., Xu, E., Feng, Z., & Li, G. (2021). Optimization of wind resistance in commercial vehicles with consideration of sunroof buffeting noise. *AIP Advances*, 11(8), 085304. <https://doi.org/10.1063/5.0056327> [Scopus]
- Liu, H., & Lee, J. (2024). A feedback active control approach to road noise based on a single microphone sensor to improve automotive cabin sound comfort. *Sensors*, 24(8), 2515. <https://doi.org/10.3390/s24082515> [Scopus]
- Mao, Y., Zhang, J., & Wang, K. (2026). Vehicle aerodynamic noise: A systematic review of mechanisms, simulation methods, and bio-inspired mitigation strategies. *Biomimetics*, 11(2), 99. <https://doi.org/10.3390/biomimetics11020099> [Scopus]
- Maqsurah, A., Ismail, D. M., & Zaifuddin. (2023). Analisis tingkat kebisingan akibat aktivitas transportasi di Jalan Sultan Hasanuddin Kabupaten Pangkajene. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 8(3), 244–250. <https://doi.org/10.33096/p16w7n18> [SINTA]
- Mohan, R. K., Thirupathi Reddy, K., & Srikanth, I. (2023). Energy transfer characteristics of sunroof wind buffeting noise via dynamic mode decomposition. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 240, 105498. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2023.105498> [Scopus]
- Mopili, C., Kadir, Y., & Mahmud, M. (2023). Analisis tingkat kebisingan lalu lintas pada kawasan Kampus 1 Universitas Negeri Gorontalo ditinjau dari tingkat baku mutu kebisingan yang diizinkan. *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.22487/renstra.v4i1.434> [SINTA 4]
- Muntean, C., Neamtu, C., & Gligor, A. (2026). A correlation-driven, process-oriented framework for vibro-acoustic comfort assessment in special-purpose vehicle cabins. *Processes*, 14(6), 972. <https://doi.org/10.3390/pr14060972> [Scopus]
- Münder, M., Müller, G.-J., Raab, M. H., & Carbon, C.-C. (2024). Unfolding dynamics in the perception of interior vehicle acoustics via continuous evaluation procedure (CEP). *Frontiers in Acoustics*, 2, 1423168. <https://doi.org/10.3389/facou.2024.1423168> [Scopus]
- Necula, M., Neamtu, C., & Borzan, C. (2026). Innovative approaches to acoustic comfort in vehicles: Experimental assessment and strategic noise reduction solutions. *Applied Sciences*, 16(2), 580. <https://doi.org/10.3390/app16020580> [Scopus]
- Rina, B. N. P. N., Darmawan, M. I., & Susanti, D. R. (2024). Analisis tingkat kebisingan lalu lintas di Jalan Raya Jenggik–Terara Kabupaten Lombok Timur Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(2), 22–33. <https://doi.org/10.29408/jtl.v2i2.28743>
- Smardzewski, M., Komsta, H., & Smardzewski, J. (2023). Analysis of noise levels in typical passenger cars. *Sustainability*, 15(10), 8165. <https://doi.org/10.3390/su15108165>

[Scopus]

Yang, X., He, Z., & Zhan, H. (2021). Control of sunroof buffeting noise by optimizing the flow field characteristics of a commercial vehicle. *Processes*, 9(6), 1052. <https://doi.org/10.3390/pr9061052> [Scopus]

Zhang, Y., Chen, H., & Li, M. (2025). Modeling and validation of acoustic comfort for electric vehicle using hybrid approach based on soundscape and psychoacoustic methods. *World Electric Vehicle Journal*, 16(2), 64. <https://doi.org/10.3390/wevj16020064> [Scopus]