

Dampak Intensitas Kebisingan Terhadap Kinerja *Working Memory*

Bunga Alodia Isfara¹

¹Pakultasi Psikologi, Universitas Muhammadiyah, Bandung, Indonesia
Email: bungalodiasfr@gmail.com

Infomasi Artikel

Linimasa Penerbitan Artikel:

Diterima: 05-06-2023

Direvisi: 17-07-2023

Disetujui: 07-08-2023

Tersedia secara online: Ya/Tidak

Kata Kunci:

Kebisingan, Memori kerja, Eksperimen

Keyword:

Noise, Working memory, Experiment



This is an open access article under the CC BY-SA license.

Copyright ©2023 by Author.

Published by Universitas Indonesia Membangun

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi dampak paparan kebisingan terhadap kinerja working memory. Lingkungan belajar yang kondusif dan bebas dari distraksi suara penting untuk mendukung optimalisasi potensi peserta belajar tanpa gangguan signifikan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen pre and post-test control group melibatkan 40 subjek, terbagi dalam kelompok kontrol, dan kelompok eksperimen yang dikategorikan berdasarkan intensitas kebisingan yang bervariasi, yaitu 75 dBA, 85 dBA, dan 95 dBA. Kinerja working memory diukur menggunakan working memory task sebelum dan setelah paparan kebisingan. Hasil menunjukkan bahwa kebisingan pada intensitas 85 dBA dan 95 dBA secara signifikan menurunkan kinerja working memory, sementara kebisingan pada taraf intensitas 75 dBA tidak menunjukkan adanya dampak yang signifikan.

Abstract

This study investigates the impact of noise exposure on working memory performance. Quiet learning environment is essential for students to reach their full potential without significant distractions. Using a quantitative approach with a pre and post-test control group experimental design, 40 subjects were categorized into control and experimental groups exposed to noise intensities of 75 dBA, 85 dBA, and 95 dBA. Working memory performance is measured using a working memory task before and after exposure to noise. The results indicate that noise at intensities of 85 dBA and 95 dBA significantly impairs working memory performance, while noise at the 75 dBA intensity level does not show any significant impact.

1. Pendahuluan

Lingkungan belajar yang kondusif adalah suatu lingkungan di mana peserta belajar dapat mengoptimalkan potensi mereka untuk belajar tanpa adanya gangguan yang signifikan. Lingkungan yang bebas dari gangguan sangat membantu peserta belajar untuk tetap fokus dan berkonsentrasi pada tugas belajar mereka. Kehadiran gangguan eksternal seringkali berdampak negatif terhadap proses pembelajaran di kelas. Studi menjelaskan bahwa kondisi ruang kelas yang rentan terhadap gangguan lingkungan dapat menurunkan performa belajar. Selain itu, faktor ketidaknyamanan fisik seperti kursi dan meja belajar yang rusak atau tidak proporsional, ruang kelas yang penuh sesak, berantakan, atau tidak tertata dengan baik dapat membuat siswa sulit untuk fokus dan mengakses materi pembelajaran dengan efisien. Pencahayaan yang tidak memadai di dalam kelas juga dapat menyulitkan siswa untuk membaca dan mencerna informasi. Pencahayaan yang buruk juga dapat mengakibatkan kelelahan mata dan menurunkan daya tahan konsentrasi. Disamping itu, distraksi belajar yang disebabkan oleh faktor kebisingan didalam maupun diluar kelas telah dibuktikan oleh sejumlah penelitian sebagai faktor yang menurunkan performa belajar (Higgins et al., 2005; Kennedy, 2006; Smith & Classen, 2015).

Meskipun sejumlah studi telah menganalisis dampak dari distraksi ekternal terhadap performa belajar, namun pertanyaan mendasar mengenai komponen kognitif apakah yang mengalami distraksi sehingga menyebabkan adanya penurunan performa belajar, masih menjadi suatu tantangan yang perlu untuk dikaji secara lebih mendalam. Terkait dengan hal tersebut, studi ini akan berfokus untuk

mengkaji dampak dari distraksi suara atau kebisingan terhadap aspek kognitif yang menunjang performa belajar. Basner et al. (2014) mengemukakan bahwa kebisingan berdampak negatif terhadap proses kognitif. Efek non-auditori dari paparan kebisingan meliputi gangguan kognitif, gangguan kardiovaskular, dan gangguan tidur. Paparan kebisingan merupakan masalah yang paling banyak terjadi di lingkungan kerja maupun non- kerja (Tak, Davis & Calvert, 2004; Basner et al., 2014; Rahmawati, 2015).

Wang et al. (2016) menjelaskan bahwa polusi suara telah menjadi faktor yang meningkatkan risiko depresi, gangguan kognitif, dan gangguan neurodegeneratif. Senada dengan pendapat tersebut, telah diamati bahwa paparan kebisingan mempengaruhi sistem saraf pusat yang menyebabkan stres emosional, kecemasan, hendaya kognitif dan memori (Hidayati, 2007; Langguth, 2011). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa sistem limbik di otak yang terlibat dalam aktivitas emosional, yaitu *amygdala* dan *hippocampus* merupakan dua bagian utama menerima informasi sensorik secara langsung dan tidak langsung dari sistem pendengaran pusat. Oleh sebab itu, indra pendengaran yang terstimulasi oleh suara bising dapat secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi area tersebut (Jafari et al., 2019). Secara spesifik, dampak kebisingan terhadap kinerja kognitif dapat ditelusuri menggunakan pendekatan mekanisme atensi selektif. Sehari-hari individu terlibat dalam berbagai aktivitas, mereka dihadapkan pada sejumlah stimulus yang berasal dari lingkungan eksternal. Ketika sedang menjalankan suatu aktivitas tertentu (mis. belajar) terjadi mekanisme atensi selektif, dimana sistem kognitif seseorang berusaha untuk memusatkan perhatian pada stimulus-stimulus yang relevan dengan kegiatan yang sedang dikerjakan. Oleh sebab itu, ketika terjadi kebisingan, perhatian seseorang menjadi terdistraksi karena intensitas stimulus dari sumber suara yang bising jauh lebih tinggi dibandingkan intensitas stimulus yang terdapat pada aktivitas itu sendiri. Dengan demikian, dapat dipahami bahwa kebisingan mengganggu sistem pemrosesan informasi yang berdampak pada peningkatan tingkat kewaspadaan, mengurangi akurasi dalam bekerja serta menurunkan performa *working memory* (Jones, 2006; Jafari et al. 2019).

Terkait dengan konteks pembelajaran di kelas, peran *working memory* menjadi sangat penting. Menurut Alloway (2011) *working memory* memiliki dampak yang signifikan terhadap performa belajar, sebab memiliki fungsi untuk menerima stimulus, memproses informasi yang terdapat pada stimulus, mengubah, mengombinasikan, hingga memperbarui informasi lama berdasarkan informasi yang diperoleh dari sejumlah stimulus. Berkaitan dengan penjelasan tersebut, studi membuktikan bahwa fungsi *working memory* memiliki keterkaitan erat dengan konsentrasi dan proses sintesa pengetahuan. Meski memiliki fungsi yang vital dalam proses pembelajaran, kapasitas *working memory* sangat terbatas dan sensitif terhadap intensitas stimulus dari lingkungan. Oleh sebab itu, ketika distraksi terjadi dalam intensitas yang tinggi, hal ini akan memengaruhi kinerja *working memory*. Akibatnya informasi yang diterima dan diolah menjadi tidak utuh atau menjadi bagian-bagian yang terpisah (Sörqvist, 2010; Kormos, Trebits & Robinson, 2011; Binyameen, 2022).

Meski sejumlah studi telah mengonfirmasi efek distraksi suara atau kebisingan terhadap performa individu, namun literatur yang berbeda menyebutkan bahwa bahwa kebisingan tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap daya ingat (Lukey & Tepe, 2004). Menurut Smith (2011) distraksi suara atau kebisingan hanya dapat berdampak signifikan terhadap kinerja kognitif dalam taraf atau intensitas tertentu. Mendukung pernyataan tersebut, beberapa studi menemukan bahwa kebisingan dengan intensitas suara diatas 75 dBA merupakan *threshold* minimal yang mampu mendistraksi proses kognitif (Hockey, 1970; Bostanov, 2004; Choi, Kim & Chun, 2015). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat dipahami bahwa fungsi kognitif dapat terganggu oleh paparan kebisingan dalam intensitas tertentu, sehingga penelitian ini difokuskan pada kebisingan yang berada pada intensitas 75, 85 dan 95 dBA. Penelitian ini akan menganalisis proporsi distraksi suara atau kebisingan dalam memengaruhi kinerja *working memory* pada sekelompok sampel mahasiswa.

2. Metode

2.1. Desain dan Partisipan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi eksperimen untuk menguji hubungan sebab akibat antar variabel yang diteliti dengan memanipulasi variabel independen (kebisingan) dan mengamati dampaknya terhadap variabel dependen (*working memory*), serta sekaligus mengontrol *confounding variable* yang tidak diharapkan (Creswell, 2010). Eksperimen ini menerapkan rancangan *pre and post-test control group design* yang melibatkan 40 subjek (30 orang perempuan dan 10 orang laki-laki). Keterlibatan subjek dalam eksperimen ini bersifat *voluntary* atau suka rela sehingga tidak dilakukan sistem randomisasi. Sebelum eksperimen dilakukan, setiap subjek telah dipastikan memiliki pendengaran yang normal, tidak terdapat riwayat gangguan kardiovaskular, tidak mengonsumsi alkohol ataupun kafein dalam rentang 12 jam sebelum pengujian, tidak memiliki riwayat hipersensitif terhadap kebisingan dan tidak memiliki gangguan tidur apapun. Setelah melakukan *screening* awal terkait kondisi subjek, peneliti

mengadministrasikan lembar *ethical consent* kepada seluruh peserta.

2.2. Prosedur dan Instrumen Eksperimen

Subjek penelitian terbagi atas kelompok kontrol dan 3 kelompok eksperimen, seluruh kelompok ditempatkan pada ruangan berbeda. Seluruh kelompok diberikan paparan kebisingan bunyi tidak beraturan selama durasi 10 menit dengan intensitas 45 dBA melalui pengeras suara yang diletakkan pada 4 sisi ruangan (lihat gambar 1). Kinerja *working memory* diukur menggunakan *working memory task* diadaptasi berdasarkan konsep Baddeley (2003) yang menyatakan bahwa terdapat empat komponen untuk mengetahui kapasitas kinerja *working memory*. Keempat komponen yang dimaksud yaitu, *phonological loop* (berkaitan dengan bahasa), *visuospatial sketchpad* (berkaitan dengan sketsa visual), *central executive* (berkaitan dengan pusat pengendalian) dan *episodic buffer* (berkaitan dengan informasi dalam episodik LTM). Paparan kebisingan diberikan secara bersamaan dengan *experimental task* menggunakan *working memory task* yang bertujuan untuk menilai kondisi awal terkait kapasitas kinerja *working memory* subjek jika berada dalam paparan kebisingan dibawah ambang batas distraksi. Setelah itu, dilakukan *resting time* selama 20 menit sebelum memulai sesi pemberian intervensi terhadap kelompok eksperimen. Ketiga kelompok eksperimen mendapatkan paparan kebisingan selama durasi 10 menit dengan intensitas yang bervariasi, sedangkan kelompok kontrol mendapatkan paparan kebisingan dengan intensitas yang sama seperti intensitas kebisingan pada sesi sebelumnya. Pada sesi ini, seluruh kelompok kembali diminta untuk menyelesaikan *working memory task*, namun dalam bentuk yang berbeda dengan sesi pra pengondisian. Hal ini dilakukan untuk menghindari bias *familiarity*, yaitu kemungkinan kesalahan penafsiran skor subjek eksperimen yang terjadi karena subjek telah familiar dengan intervensi yang diberikan, dalam hal ini pemberian item yang sama antara sesi pra pengondisian dan sesi pengondisian akan meningkatkan probabilitas terjadinya bias *familiarity*, karena subjek telah familiar dengan bentuk *working memory task* yang telah diberikan pada sesi pra pengondisian. Desain eksperimen dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Desain Eksperimen

Groups	Number of Subjects	Background Noise (dBA)	Exposure Level (dBA)
Control Group	10	45	45
Group II	10	45	75
Group III	10	45	85
Group IV	10	45	95

2.3. Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) 21.0 untuk mengestimasi perbedaan antara skor *pre-test* dan *post-test* pada kelompok eksperimen dan membandingkan hasil tersebut dengan skor yang diperoleh kelompok kontrol. Berdasarkan konteks tersebut, sehingga penelitian ini menerapkan analisis komparasi secara *between* dan *within subject*. Data *within-subject* dianalisis menggunakan metode *paired sample t-test* sedangkan data *between-subject* menggunakan metode analisis *independent sample t-test*. Analisis pada data *within-subject* bertujuan untuk membandingkan hasil *post-test* dan *pre-test* pada subjek yang terdapat di masing-masing kelompok. Sedangkan analisis komparasi pada data *between-subject* bertujuan untuk membandingkan hasil *post-test* antara kelompok kontrol dengan ketiga kelompok eksperimen yang mendapatkan paparan kebisingan dengan intensitas yang berbeda (75, 85 dan 95 dBA).

3. Hasil Penelitian

Statistik deskriptif seluruh kelompok pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2. Rerata skor pengukuran kapasitas kinerja *working memory* pada kelompok kontrol ($M=69.9$) dan kelompok eksperimen (*Group II*, $M=65.8$; *Group III*, $M=66.3$; *Group IV*, $M=68.7$) tidak menunjukkan adanya perbedaan yang berarti, sehingga dapat dikatakan bahwa seluruh kelompok memiliki kapasitas kinerja *working memory* yang bersifat homogen. Penting untuk memastikan bahwa kondisi awal pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen bersifat homogen untuk meminimalisir bias dalam penafsiran, terutama ketika menentukan proporsi dampak distraksi suara (*noice*) terhadap kinerja *working memory*.

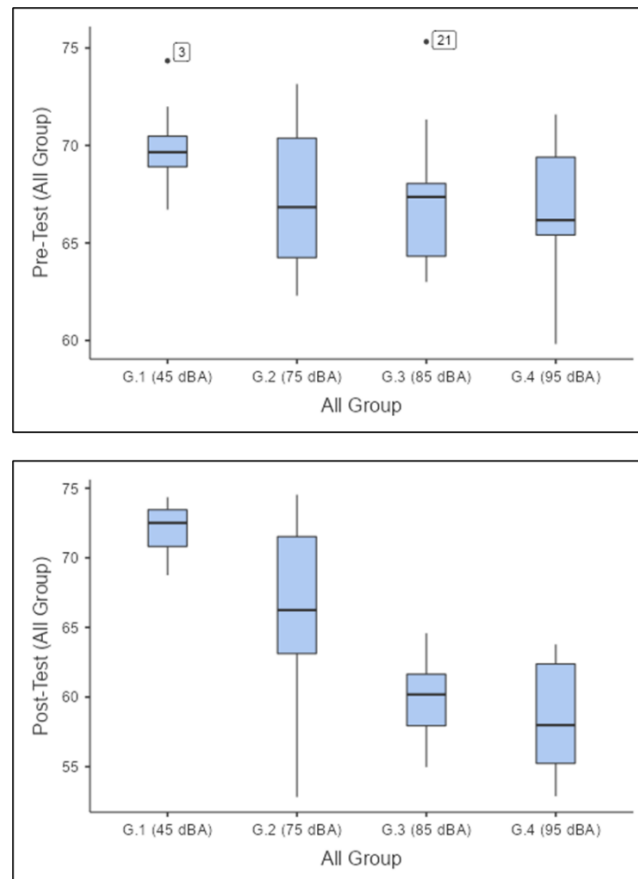
Setelah melakukan pengukuran kondisi awal pada seluruh kelompok dengan intensitas distraksi sebesar 45 dBA, selanjutnya peneliti memulai tahapan eksperimen dengan memberikan paparan intensitas distraksi suara yang beragam terhadap kelompok eksperimen yang terbagi menjadi 3 kelompok, yaitu *group I* (75 dBA), *group III* (85 dBA), dan *group IV* (95 dBA). Sedangkan kelompok kontrol diberikan

paparan distaksi suara yang konstan (45 dBA). Pada tahap ini, seluruh kelompok kembali diminta untuk mengerjakan *working memory task*, tujuannya untuk mengetahui skor kinerja *working memory* pada kelompok eksperimen ketika berada dalam paparan distraksi suara dengan intensitas yang bervariasi. Skor kinerja *working memory* yang diperoleh pada tahap ini digunakan sebagai skor *post-test*.

Tabel 2. Statistik deskriptif kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (*working memory task: pre-test dan post-test*)

Group (N=40)	M		SD		Max		Min	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Control Group (n=10) - 45 dBA	69.9	71.9	2.10	1.97	74.3	75.2	66.7	68.8
Group II (n=10) - 75 dBA	66.8	66.4	3.93	6.73	73.2	74.5	62.3	52.8
Group III (n=10) - 85 dBA	67.3	59.9	3.80	2.88	75.3	64.6	63.6	55.1
Group IV (n=10) - 95 dBA	66.7	58.5	3.43	3.96	71.6	63.8	59.8	52.9
All Group (<i>pre-test only</i>)	67.6		3.48		75.3		59.8	

Peneliti kemudian membandingkan skor *pre-test* dan *post-test* pada masing-masing kelompok. Terkait dengan tujuan perbandingan tersebut, sehingga peneliti menerapkan analisis *paired sample t-test* untuk mengestimasi signifikansi perbedaan skor kinerja *working memory* dalam konteks *within-subject* (lihat tabel 3).



Gambar 2. Box plot: rerata skor *working memory task* pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen

Secara statistik, tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan antara skor *working memory task* pada kondisi awal dan kondisi ketika subjek terpapar distraksi suara/kebisingan dengan intensitas 75 dBA ($p > 0.05$). Namun ketika intensitas distraksi suara ditingkatkan menjadi 85 dBA pada *group III* dan 95 dBA pada *group IV*, ditemukan adanya perbedaan skor *pre-test* dan *post-test* yang signifikan ($p < 0.05$). Lebih lanjut, ditemukan bahwa intensitas kebisingan 85 dBA (*group II*) berdampak signifikan pada penurunan kinerja *working memory* sebesar 24.17% ($p < 0.05$), sedangkan persentase dampak intensitas kebisingan 95 dBA (*group IV*) terhadap penurunan kinerja *working memory* adalah sebesar 26.19% ($p < 0.05$). Hasil ini

mengindikasikan bahwa intensitas kebisingan pada taraf 75 dBA tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja *working memory*. Akan tetapi, jika intensitas kebisingan ditingkatkan pada taraf 85 dBA dan 95 dBA, maka berdampak signifikan pada penurunan kinerja *working memory* (lihat tabel 3 dan gambar 2).

Tabel 3. Persentase dampak distraksi suara terhadap kinerja *working memory* pada kelompok eksperimen

Experiment Group	MD	t	df	P	95% Confidence Interval		Cohen's d	N Gain
					Lower	Upper		
Group II (75 dBA)	0.94	0.34	9.00	.737	-5.23	7.12	0.109	4.93%
Group III (85 dBA)	7.36	4.67	9.00	.029	3.80	10.90	1.479	24.17%
Group IV (95 dBA)	8.38	6.61	9.00	.001	5.51	11.25	2.089	26.10%

Rerata skor pengukuran kinerja *working memory* pada kondisi awal (45 dBA) diketahui sebesar $M=67.6$. Skor tersebut kemudian mengalami penurunan yang signifikan terutama pada kelompok eksperimen yang terpapar distraksi suara dengan intensitas 85 dBA dan 95 dBA. Sedangkan kelompok yang terpapar distraksi suara dengan intensitas 75 dBA tidak menunjukkan adanya penurunan kinerja *working memory* yang signifikan.

4. Pembahasan

Eksperimen ini bertujuan untuk mengestimasi efek paparan kebisingan terhadap kinerja *working memory*. Kinerja *working memory* akan mengalami penurunan ketika individu terdistraksi oleh kebisingan dengan intensitas yang berada di atas ambang batas toleransi. Penelitian ini mengamati perubahan kinerja *working memory* pada 3 kelompok eksperimen yang diberikan paparan kebisingan dengan intensitas yang bervariasi, yaitu pada intensitas 75 dBA, 85 dBA, dan 95 dBA. Kebisingan dengan intensitas sebesar 75 dBA digunakan sebagai *threshold* minimum yang diasumsikan mampu mendistraksi proses kognitif, termasuk kinerja *working memory*. Peneliti melakukan pengontrolan intensitas suara pada tahap pengondisian awal dengan menempatkan seluruh subjek pada masing-masing ruangan yang diberikan paparan suara sebesar 45 dBA. Kemudian, meningkatkan intensitas suara hingga mencapai tingkat kebisingan yang telah ditentukan sebelumnya bagi masing-masing kelompok eksperimen.

Pada penelitian ini, hanya intensitas 85 dBA dan 95 dBA yang secara signifikan berdampak pada penurunan kinerja *working memory*, sedangkan intensitas 75 dBA tidak menunjukkan adanya dampak yang signifikan bagi kinerja *working memory*. Hasil studi ini selaras dengan temuan Smith (2011) yang mengemukakan bahwa distraksi suara atau kebisingan hanya dapat berdampak signifikan terhadap kinerja kognitif dalam taraf atau intensitas tertentu. Namun demikian, hasil yang diperoleh pada studi ini nampaknya memiliki sedikit perbedaan dengan sejumlah temuan pada penelitian terdahulu yang menganggap intensitas suara 75 dBA sebagai *threshold* minimal yang mampu mendistraksi proses kognitif (Hockey, 1970; Bostanov, 2004; Choi, Kim & Chun, 2015).

Lebih spesifik, besarnya simpangan baku skor *pre-test* kinerja *working memory* pada *group II* (75 dBA) menyiratkan bahwa subjek yang termasuk dalam kelompok tersebut memiliki kapasitas atensi yang bervariasi, sehingga intensitas kebisingan 75 dBA tidak berdampak signifikan bagi beberapa subjek yang memiliki kapasitas atensi yang tinggi. Akan tetapi, pada kelompok eksperimen yang diberikan paparan kebisingan sebesar 85 dBA dan 95 dBA, seluruhnya mengalami penurunan kinerja *working memory*. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kapasitas atensi cenderung bersifat resisten terhadap kebisingan. Namun pada taraf tertentu, ketika intensitas kebisingan ditingkatkan hingga melewati ambang batas toleransi, kapasitas atensi tersebut menjadi tidak berarti dalam mempertahankan kinerja *working memory* secara optimal. Fernandes et al. (2019) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat kebisingan, maka akan berdampak pada penurunan atensi dan meningkatkan terjadinya kesalahan dalam mengerjakan tugas-tugas spesifik yang membutuhkan perhatian tingkat tinggi. Hal ini juga di konfirmasi oleh beberapa penelitian sebelumnya yang setuju bahwa kapasitas atensi secara gradual akan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan paparan kebisingan (Davies & Jones, 1975; Pawlaczyk-Łuszczynska et al., 2005; Schlittmeier et al., 2015; Sun et al., 2018).

Intensitas suara yang relatif rendah pada level kebisingan kurang dari 85 dBA memungkinkan performa kognitif masih mampu bekerja pada taraf yang optimal. Melalui mekanisme "*effortful processing*" otak cenderung meningkatkan usaha untuk memproses stimulus penting sambil mengabaikan stimulus yang kurang penting. Hal ini terjadi karena otak bekerja lebih keras untuk memusatkan atensi dan membedakan informasi yang relevan dari latar belakang yang kurang bermakna. Sedangkan pada

kebisingan dengan intensitas tinggi, diatas ambang batas minimum, otak mengalami kesulitan dalam memproses informasi secara efektif karena perhatian harus dialokasikan untuk mendeteksi dan menanggapi stimulus berlebih. Kebisingan tinggi dapat menyebabkan stres dan kelelahan mental (*mental workload*), sehingga dapat mengurangi kapasitas atensi, termasuk kinerja *working memory*. Sistem kognitif dapat bekerja secara lebih efisien dalam mengatasi kebisingan rendah karena memiliki kemampuan untuk mengabaikan informasi yang kurang penting. Namun, pada kebisingan level tinggi, beban kognitif menjadi *overload* sehingga menurunkan performa individu dalam mengerjakan berbagai tugas yang membutuhkan atensi. Disamping itu respon individu terhadap kebisingan dapat bervariasi, sehingga beberapa individu mungkin lebih rentan terhadap distraksi kebisingan dibandingkan yang lainnya. Faktor genetika, pengalaman sebelumnya, dan tingkat stres atau kelelahan juga dapat berperan dalam memengaruhi kapasitas atensi sekaligus kinerja *working memory* (Hygge & Knez, 2001; Lu & Doshier, 2005; Jafari et al., 2019; Ke, Du & Luo, 2021).

5. Kesimpulan

Paparan kebisingan suara memiliki dampak signifikan terhadap kinerja *working memory*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas kebisingan pada level 85 dBA dan 95 dBA secara signifikan menurunkan kinerja *working memory*, sementara intensitas 75 dBA tidak menunjukkan dampak yang signifikan. Temuan ini konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa kebisingan dapat mengganggu proses kognitif, termasuk *working memory*. Intensitas kebisingan yang tinggi di atas ambang batas toleransi dapat menyebabkan penurunan atensi, meningkatkan kesalahan, dan mengurangi efisiensi dalam memproses informasi. Selain itu, penelitian ini menyoroti bahwa kapasitas atensi individu mungkin bersifat resisten terhadap kebisingan pada tingkat intensitas tertentu, tetapi ketika intensitas kebisingan melewati ambang batas toleransi, kapasitas atensi tersebut menjadi tidak efektif dalam mempertahankan kinerja *working memory*. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan pentingnya menciptakan lingkungan belajar yang bebas dari kebisingan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Perhatian pada desain ruang kelas, pengelolaan kebisingan, dan peningkatan kualitas lingkungan belajar dapat membantu meningkatkan fokus dan kinerja kognitif siswa. Penelitian ini hanya menganalisis intensitas kebisingan sebagai faktor distraksi eksternal yang memengaruhi kinerja *working memory*, namun tidak menyertakan analisis terkait faktor-faktor personal, seperti faktor genetika, pengalaman sebelumnya, dan tingkat kerentanan terhadap stres sebagai faktor yang diasumsikan oleh penelitian sebelumnya sebagai faktor yang dapat memoderatori pengaruh kebisingan terhadap kinerja kognitif. Oleh karena itu, pendekatan yang bersifat individualized dan perhatian terhadap variabilitas individu diperlukan dalam merancang strategi mitigasi terhadap dampak kebisingan di lingkungan pembelajaran.

6. Daftar Pustaka

- Alloway, T. P. (2011). A comparison of working memory profiles in children with ADHD and DCD. *Child Neuropsychology*, 17(5), 483-494. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.553590>
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience*, 4(10), 829-839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The lancet*, 383(9925), 1325-1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
- Binyameen, M. M., Din, M. N. U., Khan, F. U., Khan, R., Ullah, S., & Hussain, M. (2022). Impact Of Working Memory On Students' Learning Achievements In Mathematics At Secondary Level. *Journal of Positive School Psychology*, 6(7), 1814-1820.
- Bostanov, V. (2003). *Event-related brain potentials in emotion perception research, individual cognitive assessment and brain-computer interfaces* (Doctoral dissertation, Universität Tübingen).
- Choi, Y., Kim, M., & Chun, C. (2015). Measurement of occupants' stress based on electroencephalograms (EEG) in twelve combined environments. *Building and Environment*, 88, 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.10.003>
- Cresswell, J. W. (2010). *Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 3rd. Sage Publication.
- Davies, D. R., & Jones, D. M. (1975). The effects of noise and incentives upon attention in short-term memory. *British Journal of Psychology*, 66(1), 61.
- Fernandes, R. A., Vidor, D. C. G. M., & Oliveira, A. A. D. (2019, September). The effect of noise on attention and performance in reading and writing tasks. In *CoDAS* (Vol. 31, p. e20170241). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20182017241>

- Hidayati, N. (2007). Pengaruh Arus Lalu Lintas Terhadap Kebisingan (Studi Kasus Beberapa Zona Pendidikan Di Surakarta).
- Higgins, S., Hall, E., Wall, K., Woolner, P., & McCaughey, C. (2005). *The impact of school environments: A literature review*. London: Design Council.
- Hockey, G. R. J. (1970). Effect of loud noise on attentional selectivity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22(1), 28-36. <https://doi.org/10.1080/14640747008401898>
- Hygge, S., & Knez, I. (2001). Effects of noise, heat and indoor lighting on cognitive performance and self-reported affect. *Journal of environmental psychology*, 21(3), 291-299. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0222>
- Jafari, M. J., Khosrowabadi, R., Khodakarim, S., & Mohammadian, F. (2019). The effect of noise exposure on cognitive performance and brain activity patterns. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 7(17), 2924. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.742>
- Jones, J. D. (2006). *The effects of music training and selective attention on working memory during bimodal processing of auditory and visual stimuli*. The Florida State University.
- Ke, J., Du, J., & Luo, X. (2021). The effect of noise content and level on cognitive performance measured by electroencephalography (EEG). *Automation in Construction*, 130, 103836. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103836>
- Kennedy, M. M. (2006). *Inside teaching: How classroom life undermines reform*. Harvard University Press.
- Kormos, J., & Trebits, A. (2011). Working memory capacity and narrative task performance. In *Second Language Task Complexity* (pp. 267-286). John Benjamins.
- Langguth, B. (2011). A review of tinnitus symptoms beyond 'ringing in the ears': a call to action. *Current medical research and opinion*, 27(8), 1635-1643. <https://doi.org/10.1185/03007995.2011.595781>
- Lu, Z. L., & Doshier, B. A. (2005). External noise distinguishes mechanisms of attention. In *Neurobiology of attention* (pp. 448-453). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012375731-9/50078-1>
- Lukey, B. J., & Tepe, V. (2008). *Biobehavioral resilience to stress*. Crc Press.
- Pawlaczyk-Łuszczynska, M., Dudarewicz, A., Waszkowska, M., Szymczak, W., & Śliwińska-Kowalska, M. (2005). The impact of low frequency noise on human mental performance. *International Journal of Occupational Medicine & Environmental Health*, 18(2).
- Rahmawati, E. D. A. (2015). Dampak Intensitas Kebisingan terhadap Gangguan Pendengaran (Auditory Effect) pada Pekerja di Pabrik I PT Petrokimia Gresik.
- Schlittmeier, S. J., Feil, A., Liebl, A., & Hellbrück, J. (2015). The impact of road traffic noise on cognitive performance in attention-based tasks depends on noise level even within moderate-level ranges. *Noise & health*, 17(76), 148. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.155845>
- Smith, A. P. (2012). An update on noise and performance: comment on Szalma and Hancock (2011). *Psychological Bulletin*, 138(6), 1262-1268. <https://doi.org/10.1037/a0028867>
- Smith, G. W., & Classen, A. I. (2018). Experiencing a Reduction in Classroom Auditory Distractions for Students with and without Disabilities: A Phenomenological Inquiry. *Journal of Ethnographic & Qualitative Research*, 12(4).
- Sörqvist, P. (2010). The role of working memory capacity in auditory distraction: A review. *Noise and Health*, 12(49), 217-224. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.70500>
- Sun, K., De Coensel, B., Sanchez, G. M. E., Van Renterghem, T., & Botteldooren, D. (2018). Effect of interaction between attention focusing capability and visual factors on road traffic noise annoyance. *Applied Acoustics*, 134, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.01.001>
- Tak, S., Davis, R. R., & Calvert, G. M. (2009). Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workers—NHANES, 1999–2004. *American journal of industrial medicine*, 52(5), 358-371. <https://doi.org/10.1002/ajim.20690>
- Wang, S., Yu, Y., Feng, Y., Zou, F., Zhang, X., Huang, J., & Liu, Y. (2016). Protective effect of the orientin on noise-induced cognitive impairments in mice. *Behavioural brain research*, 296, 290-300. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.09.024>