

HUBUNGAN ANTARA GANGGUAN PENDENGARAN DAN KESEIMBANGAN STATISTIK

Indana Zulfa^{1*}, Indira Ruly Salsadita², Sekar Ayu Pamela³, Rusdi⁴, Sri Rahayu⁵

Universitas Negeri Jakarta^{1,2,3,4,5}

*Corresponding Author : indanazlf3@gmail.com

ABSTRAK

Artikel ini membahas hubungan antara gangguan pendengaran dan keseimbangan statistik, dengan fokus pada dampak gangguan pendengaran terhadap kemampuan individu dalam mempertahankan keseimbangan. Gangguan pendengaran, yang ditandai dengan kesulitan dalam mendengar suara dengan jelas, dapat mempengaruhi pengumpulan data yang akurat dalam penelitian, terutama melalui wawancara dan survei. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap mekanisme di mana gangguan pendengaran dapat mengganggu proses pengumpulan data dan mempengaruhi keseimbangan individu. Dengan menggunakan metode meta-analisis, data kuantitatif diekstrak dari berbagai studi yang relevan untuk menganalisis perbedaan dalam perpindahan Center of Pressure (COP) antara individu dengan pendengaran normal dan mereka yang mengalami gangguan pendengaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa individu dengan gangguan pendengaran mengalami perpindahan COP yang lebih besar, yang mengindikasikan ketidakstabilan keseimbangan yang lebih tinggi. Selain itu, kondisi seperti penutupan mata dan berdiri di permukaan yang tidak rata memperburuk keseimbangan pada individu dengan gangguan pendengaran. Temuan ini menyoroti pentingnya informasi dari sistem sensorik, termasuk vestibular, visual, dan proprioseptif, dalam pengendalian keseimbangan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa gangguan pendengaran dapat berkontribusi pada peningkatan risiko jatuh, terutama pada populasi lanjut usia. Dengan demikian, artikel ini memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai dampak gangguan pendengaran terhadap keseimbangan dan implikasinya dalam penelitian serta praktik klinis. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman tentang pentingnya mempertimbangkan gangguan pendengaran dalam desain penelitian dan pengumpulan data, serta memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi intervensi yang lebih efektif untuk individu dengan gangguan pendengaran.

Kata kunci : gangguan pendengaran, intervensi, keseimbangan statistik, meta- analisis

ABSTRACT

This article examines the relationship between hearing loss and balance statistics, with a focus on the impact of hearing loss on an individual's ability to maintain balance. Hearing loss, which is characterized by difficulty hearing sounds clearly can affect accurate data collection in research, especially through interviews and surveys. This study aims to uncover the mechanisms by which hearing loss can interfere with the data collection process and affect an individual's balance. Using a meta-analysis method, quantitative data were extracted from relevant studies to analyze the differences in Center of Pressure (COP) displacement between individuals with normal hearing and those with hearing loss. The results showed that individuals with hearing loss experienced greater COP displacement, indicating higher balance instability. In addition, conditions such as eye closure and standing on uneven surfaces worsened balance in individuals with hearing loss. These findings highlight the importance of information from sensory systems, including vestibular, visual, and proprioceptive, in balance control. This study also suggests that hearing loss may contribute to an increased risk of falls, especially in the elderly population. Thus, this article provides deeper insight into the impact of hearing loss on balance and its implications in research and clinical practice. It is hoped that the results of this study will increase understanding of the importance of considering hearing loss in research design and data collection, as well as contribute to the development of more effective intervention strategies for individuals with hearing loss.

Keywords : hearing loss, intervention, statistical balance, meta-analysis

PENDAHULUAN

Telinga merupakan organ indera yang sangat penting bagi manusia. Selain berfungsi sebagai alat pendengaran, telinga juga berperan dalam menjaga keseimbangan tubuh. Sebagai salah satu indera utama manusia, pendengaran memiliki fungsi ganda. Pertama, pendengaran memungkinkan kita untuk berinteraksi dengan orang lain melalui bahasa lisan. Kedua, pendengaran juga berperan penting dalam memberikan informasi tentang lingkungan sekitar, seperti suara kendaraan, alam, atau tanda-tanda bahaya (Lestari, 2019). Struktur telinga terdiri dari tiga bagian utama. Telinga luar terdiri dari daun telinga, lubang telinga, dan saluran telinga yang berfungsi menangkap gelombang suara dari lingkungan. Telinga tengah berisi tiga tulang pendengaran (martil, landasan, dan sanggurdi) yang berfungsi untuk memperkuat getaran suara dan meneruskannya ke telinga dalam. Telinga dalam merupakan bagian yang paling kompleks, berisi organ Corti yang berfungsi mengubah getaran suara menjadi impuls saraf, serta organ keseimbangan yang terdiri dari tiga saluran setengah lingkaran. Impuls saraf dari organ Corti kemudian dikirim ke otak melalui saraf pendengaran, sehingga kita dapat mendengar suara (Azis *et al.*, 2020).

Gangguan pendengaran adalah kondisi di mana seseorang mengalami kesulitan dalam mendengar suara dengan jelas. Kondisi ini bisa bersifat ringan, sedang, hingga berat. Penyebab gangguan pendengaran beragam, mulai dari faktor genetik, infeksi telinga, paparan suara bising dalam jangka waktu lama, hingga penuaan. Jenis gangguan pendengaran juga bermacam-macam, seperti gangguan pendengaran konduktif (masalah pada telinga luar atau tengah), gangguan pendengaran sensorineural (kerusakan pada telinga dalam atau saraf pendengaran), dan gangguan pendengaran campuran (gabungan dari keduanya) (Putri, 2023). Gangguan pendengaran dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap kualitas hidup seseorang. Selain kesulitan berkomunikasi, kondisi ini juga dapat memicu masalah psikologis seperti isolasi sosial, depresi, dan kecemasan. Oleh karena itu, penting untuk mendeteksi dini dan melakukan penanganan yang tepat terhadap gangguan pendengaran. Beberapa cara untuk mencegah gangguan pendengaran antara lain menghindari paparan suara bising berlebihan, menjaga kebersihan telinga, dan melakukan pemeriksaan kesehatan telinga secara rutin (Putri, 2023).

Gangguan indera pendengaran tidak hanya berdampak pada kemampuan seseorang dalam mendengar, tetapi juga dapat mempengaruhi keseimbangan statistik dalam beberapa konteks. Keseimbangan statistik mengacu pada kondisi di mana data yang dikumpulkan mewakili populasi yang lebih besar secara akurat. Ketika seseorang mengalami gangguan pendengaran, kemampuannya untuk mengumpulkan data secara akurat melalui wawancara, survei, atau observasi dapat terhambat (Firdausi, 2022). Gangguan pendengaran merupakan suatu kondisi di mana seseorang mengalami kesulitan dalam mendengar suara dengan jelas. Kondisi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, mulai dari faktor usia, paparan suara bising dalam jangka waktu lama, infeksi telinga, hingga kelainan genetik (Rahmawati, 2015). Beberapa jenis gangguan pendengaran yang umum dijumpai antara lain gangguan pendengaran konduktif yang disebabkan oleh hambatan pada telinga luar atau tengah, gangguan pendengaran sensorineural yang diakibatkan oleh kerusakan pada telinga dalam atau saraf pendengaran, dan gangguan pendengaran campuran yang merupakan kombinasi dari keduanya. Tanda-tanda gangguan pendengaran dapat bervariasi, mulai dari kesulitan mendengar suara yang lembut, sering meminta orang lain mengulang perkataan, hingga merasa kesulitan mengikuti percakapan dalam lingkungan yang bising (Koesdianasari, 2019).

Gangguan pendengaran dapat mempengaruhi keseimbangan statistik melalui beberapa cara. Pertama, individu dengan gangguan pendengaran mungkin kesulitan memahami pertanyaan dalam survei atau wawancara, sehingga jawaban yang diberikan bisa tidak akurat atau tidak relevan dengan pertanyaan yang diajukan (Yusnidar *et al.*, 2021). Kedua, jika data

dikumpulkan melalui rekaman audio, mereka mungkin mengalami kesulitan dalam mentranskripsi atau menganalisis data secara tepat. Ketiga, bias dalam pengambilan sampel dapat terjadi jika peneliti tidak mempertimbangkan populasi dengan gangguan pendengaran, sehingga data yang diperoleh tidak representatif. Terakhir, kualitas data kualitatif, seperti wawancara mendalam, juga bisa terpengaruh karena peneliti mungkin kesulitan menangkap nuansa atau tema penting dalam percakapan. Semua faktor ini dapat mengkompromikan akurasi dan reliabilitas data yang dikumpulkan (Puspita *et al.*, 2023)

Tujuan utama dari artikel ini adalah untuk mengungkap dan menjelaskan secara mendalam bagaimana gangguan pendengaran dapat mempengaruhi kualitas dan akurasi data yang dikumpulkan dalam penelitian statistik. Artikel ini akan membahas secara rinci berbagai mekanisme dimana gangguan pendengaran dapat mengganggu proses pengumpulan data, mulai dari kesulitan memahami pertanyaan survei hingga bias dalam pengambilan sampel. Selain itu, artikel ini juga akan mengeksplorasi implikasi dari gangguan pendengaran terhadap keseimbangan statistik secara keseluruhan, serta menyoroti pentingnya mempertimbangkan faktor ini dalam merancang dan melaksanakan penelitian. Dengan demikian, diharapkan artikel ini dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan kualitas penelitian di berbagai bidang, khususnya yang melibatkan pengumpulan data dari responden.

METODE

Metode meta-analisis dipilih sebagai pendekatan penelitian untuk menggabungkan temuan dari berbagai studi yang telah diterbitkan sebelumnya mengenai pengaruh gangguan pendengaran terhadap keseimbangan tubuh. Google Scholar dan Elsevier digunakan sebagai basis data dalam pencarian literatur yang relevan. Data kuantitatif kemudian diekstrak dari jurnal-jurnal yang ditemukan untuk dianalisis lebih lanjut. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diekstrak dari berbagai publikasi ilmiah. Data kuantitatif yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik melalui uji beda analisis kovarian (Ancova). Penulis membandingkan rata-rata beberapa kelompok, sekaligus mengontrol pengaruh variabel lain yang relevan. Keempat penelitian yang sebagai acuan (Carr *et al.*, 2020; Ninomiya *et al.*, 2021; Brancalone *et al.*, 2023; Melo *et al.*, 2021) menggunakan desain dan instrumen yang bervariasi. Mulai dari potong lintang (*cross section*) hingga faktorial, dan instrumen seperti platform posturografi dan audiometri, penelitian-penelitian ini menguji bagaimana faktor seperti usia, jenis gangguan pendengaran, dan kompleksitas tugas mempengaruhi keseimbangan. Aspek etika seperti *informed consent* dan meminimalkan risiko pada peserta kemungkinan telah diperhatikan dalam penelitian ini.

HASIL

Tabel 1. Tabel Hasil Kontrol Keseimbangan Statik (Melo *et al.*, 2021)

Data Responden		Pendengaran Normal	Gangguan Pendengaran
Responden (N)		65	65
Rata-Rata Usia (Tahun)		9	9
Pemeriksaan Perpindahan <i>Center of Pressure</i> (COP)			
Mata Membuka (Cm ²)	Kaki Sejajar Menyatu	4,90	13,3
	2 Kaki	8,01	27,7
	1 Kaki	12,6	32,4
Mata Tertutup (Cm ²)	2 Kaki	32,2	41,8
	1 Kaki	46,5	65,8

Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan dari perpindahan COP dari responden dengan pendengaran normal dan responden dengan gangguan pendengaran vestibular. Hasil pengukuran perpindahan COP menunjukkan bahwa responden dengan gangguan menunjukkan perpindahan yang lebih banyak dibandingkan responden dengan pendengaran normal. Hasil perpindahan COP menunjukkan semakin besar luas perpindahan maka semakin tidak stabil keseimbangan statis responden yang diamati.

Tabel 2. Tabel Hasil Kontrol Keseimbangan Statik (Brancaleone et al., 2023)

Data Responden		Pendengaran Normal	Gangguan Pendengaran
Responden (N)		100	50
Rata-Rata Usia (Tahun)		20,11	20,62
Pemeriksaan Perpindahan <i>Center of Pressure</i> (COP)			
Mata Membuka (Cm ²)	Permukaan Kokoh	2,44	3,68
	Permukaan Licin	5,69	10,81
Mata Tertutup (Cm ²)	Permukaan Kokoh	5,22	6,22
	Permukaan Licin	26,95	40,70

Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan hasil dari pemeriksaan keseimbangan dengan analisis perpindahan COP dari responden dengan gangguan pendengaran dan responden dengan pendengaran normal. Responden dengan gangguan pendengaran mengalami perpindahan COP yang lebih besar.

Tabel 3. Tabel Hasil Kontrol Keseimbangan Statik (Ninomiya et al., 2021)

Data Responden		Pendengaran Normal	Gangguan Pendengaran
Responden (N)		10	10
Rata-Rata Usia (Tahun)		71,2	63,4
Pemeriksaan Perpindahan <i>Center of Pressure</i> (COP)			
Mata Membuka (Cm ²)	Permukaan Kokoh	2,21	3,04
	Permukaan Licin	4,79	5,41
Mata Tertutup (Cm ²)	Permukaan Kokoh	4,09	5,48
	Permukaan Licin	18,66	25,47

Tabel 4. Tabel Hasil Kontrol Keseimbangan Statik (Carr et al., 2020)

Data Responden		Pendengaran Normal	Gangguan Pendengaran
Responden (N)		16	14
Rata-Rata Usia (Tahun)		25,38	66,36
Pemeriksaan Perpindahan <i>Center of Pressure</i> (COP)			
Mata Membuka (Cm ²)	Permukaan Kokoh	6,48	8,26
	Permukaan Elastis	11,49	20,14
Mata Tertutup (Cm ²)	Permukaan Kokoh	7,75	12,75
	Permukaan Elastis	20,14	25,15

Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran perpindahan COP pada lansia dengan gangguan pendengaran dan lansia tanpa gangguan pendengaran. Hasil tabel menunjukkan bahwa lansia dengan pendengaran normal meskipun memiliki rata-rata usia yang lebih tinggi namun menunjukkan perpindahan COP yang lebih sedikit, sementara lansia dengan rata-rata usia yang lebih muda memiliki rata-rata perpindahan COP yang lebih besar sebab adanya gangguan pendengaran yang dialaminya.

Tabel 4 merupakan tabel hasil perhitungan rata-rata perpindahan COP pada individu muda dengan pendengaran normal dan individu yang lebih tua dengan gangguan pendengaran. Hasil pengukuran menunjukkan terdapat perbedaan yang cukup besar dari rata-rata perpindahan COP keduanya pada kondisi mata terbuka dengan permukaan elastis dan mata tertutup pijakan kokoh dan elastis namun hanya terdapat sedikit perbedaan perpindahan COP pada kondisi mata terbuka dan permukaan pijakan kokoh.

Tabel 5. Hasil Uji Statistik Ancova dan *Effect size*

Tests of Between-Subjects Effects								
Dependent Variable: Nilai_COP								
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Squared	Eta	
Corrected Model	2610.343 ^a	3	870.114	5.173	.005	.341		
Intercept	96.762	1	96.762	.575	.454	.019		
Kondisi_Mata	1855.278	1	1855.278	11.030	.002	.269		
Pijakan	859.369	1	859.369	6.592	0.023	.424		
Kondisi_Pendengaran	909.955	1	909.955	24.708	.000	.553		
Error	1694.702	13	168.199					
Total	7858,21	16						
Corrected Total	7656.308	15						

a. R Squared = .680 (Adjusted R Squared = .631)

Tabel 5 merupakan tabel uji statistik yang dilakukan, yaitu uji statistik Ancova. Uji statistik ini dilakukan dengan tujuan mencari perbedaan dari dua rata-rata. Berdasarkan pada nilai sig. tabel menunjukkan bahwa kondisi pendengaran bernilai sig. sebesar 0.000 dimana nilai ini mutlak lebih kecil dibandingkan standar signifikansi yang digunakan, yaitu 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pendengaran berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata perpindahan *Center of Pressure*. Hasil uji juga menunjukkan besaran *effect size* yang ditunjukkan pada kolom partial eta squared, dimana nilai yang ditunjukkan adalah sebesar 0,553. Nilai ini berada pada rentang $0,5 < d \leq 0,8$ yang bernilai efek besar. Hal ini berarti bahwa kondisi pendengaran berefek besar terhadap rata-rata perpindahan COP.

PEMBAHASAN

Hasil uji statistik telah membuktikan bahwa kondisi pendengaran memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keseimbangan tubuh yang dinilai berdasarkan pada rata-rata perpindahan *Center of Pressure* tubuh. Pengukuran terhadap perpindahan *Center of Pressure* (COP) merupakan salah satu bentuk penilaian terhadap keseimbangan statis. Penilaian ini dilakukan dengan penilaian statis dari perbedaan keseimbangan antara orang dengan gangguan pendengaran dan orang dengan pendengaran normal. Pengukuran terhadap kontrol keseimbangan ini dilakukan sebab adanya kaitan dari gangguan pendengaran dengan defisiensi keseimbangan tubuh (Brancaleone et al., 2023). Keberhasilan pelaksanaan aktivitas terkait mobilitas memerlukan interaksi dari sensorik dan motorik, ketika keduanya berjalan secara dinamis maka akan mengintegrasikan keseimbangan dalam pergerakan (Carr et al., 2020).

Efek pendengaran selain di pelajaran dalam konteks komunikasi dan interaksi sosial, rupanya juga memberikan pemahaman akan lokalisasi, pemantauan, respon objek dan peristiwa pada lingkungan sekitar yang tentu penting dalam kehidupan sehari-hari dan berhubungan erat dengan keseimbangan dan mobilitas (Carpenter & Campos, 2020). Tugas ini terutama dilakukan oleh telinga bagian dalam. Telinga bagian dalam memiliki fungsi menerima

rangsang suara menjadi sinyal listrik oleh sel-sel rambut mekanosensitif yang kemudian dialirkan ke otak. Saluran-saluran yang berada di telinga dalam tersusun atas saluran dan ruangan yang berisi cairan. Keduanya saling terhubung secara spasial dan menampung suborgan neurosensori yang penting untuk kontrol keseimbangan dan pendengaran (Maudoux et al., 2022).

Pendengaran dan keseimbangan saling berhubungan anatomi dan fungsional yang erat sebab kedua fungsi ini dikendalikan oleh vesikel optik tunggal yang berkembang melalui invaginasi ektoderm permukaan yang berada sangat dekat dengan otak belakang. Cacat pendengaran yang berasal dari perifer atau sentral dapat dirasakan oleh siapapun dalam rentang usia berapapun dan dengan tingkat keparahan yang bervariasi. Sementara itu, disfungsi vestibular sendiri menyebabkan beberapa keluhan yang umum dirasakan yaitu pusing atau vertigo (Maudoux et al., 2022). Terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam analisis efek gangguan pendengaran terhadap keseimbangan diantaranya adalah usia, karakter individu, lingkungan, emosional, kognitif (Carpenter & Campos, 2020), genetik, konsumsi obat, hingga infeksi (Brancaleone et al., 2023).

Hasil ekstraksi dan hasil uji jelas menunjukkan orang dengan gangguan pendengaran menunjukkan adanya ketidak seimbangan statis yang lebih besar dibandingkan orang dengan pendengaran yang normal. Hal ini menunjukkan bahwa pendengaran memainkan peran yang cukup penting dalam mengendalikan keseimbangan. Pengendalian keseimbangan, informasi sistem sensorik, pemrosesan sistem saraf pusat, dan sistem efektor memiliki hubungan yang saling terkait, sehingga ketika terjadi masalah diantara salah satu faktor tersebut akan menunjukkan gejala dan tanda-tanda gangguan keseimbangan (Melo et al., 2021). Faktor risiko umum dari penurunan kendali keseimbangan adalah berkurangnya stabilitas postural (Foster et al., 2022). Hal ini dibuktikan dengan adanya nilai perpindahan COP yang lebih besar pada responden dengan gangguan pendengaran pada seluruh pemeriksaan baik dengan dua kaki atau dengan satu kaki, pada permukaan rata maupun tidak dan baik dengan mata terbuka atau mata tertutup.

Gangguan pendengaran yang terjadi akibat adanya disfungsi vestibular umumnya akan memberikan berbagai tanda klinis umum seperti nistagmus spontan, vertigo berputar, perkembangan postur dan motorik yang tertunda, adanya prevalensi kejadian jatuh yang berulang, memiliki keseimbangan tubuh yang buruk pada permukaan yang kurang rata dan penglihatan terbatas (Maudoux et al., 2022). Pernyataan ini dibuktikan dengan tingginya rata-rata perpindahan nilai COP yang lebih tinggi pada seseorang dengan gangguan pendengaran yang berdiri di atas permukaan yang tidak rata atau terlalu licin dan juga dalam kondisi mata ditutup baik pada anak-anak maupun lansia.

Selain itu, ketika seseorang dengan gangguan keseimbangan statis akan beradaptasi dan berusaha mempertahankan keseimbangannya dengan mengkompensasi defisit informasi sistem vestibular melalui sistem visual dan propriosepsi. Sehingga apabila informasi yang didapat dari sistem visual dan sistem propriosepsi dapat disalurkan dengan baik, maka keseimbangan statis akan lebih mudah dipertahankan. Sebaliknya, apabila informasi visual dan propriosepsi tidak cukup banyak berhasil ditransmisikan, maka seseorang dengan gangguan pendengaran cenderung akan menunjukkan kesulitan dalam mempertahankan kontrol keseimbangan statis (Zarei et al., 2024). Pernyataan ini juga sejalan dengan hasil ekstraksi yang menunjukkan bahwa seseorang dengan gangguan pendengaran dan ditutup matanya akan memberikan nilai rata-rata perpindahan COP yang jauh lebih besar dibandingkan individu dengan gangguan pendengaran namun mata terbuka. Hasil uji statistik turut menunjukkan bahwa kondisi mata terbuka atau tertutup memberikan dampak yang signifikan terhadap rata-rata nilai perpindahan COP. Lebih dari pada itu, ketika masih pada usia anak-anak stabilitas postur didapatkan selama perkembangan sefalokaudal dimana dalam proses ini juga diperlukan adanya sistem sensorimotor yang aktif dan terorganisasi dengan baik (Wolter et al., 2021).

Sementara pada individu dengan lanjut usia, keseimbangan tubuh yang dijaga oleh gabungan sistem sensorik (vestibular, visual, dan propioseptif) akan turut memburuk seiring dengan pertambahan usia. Hal ini akan menyebabkan orang dengan lanjut usia cenderung akan sering mengalami pusing dan ketidakstabilan yang terjadi secara berulang. Risiko yang akan terjadi adalah seringnya jatuh dan adanya gejala kelemahan lainnya (Ninomiya et al., 2021). Carr et al., (2020) turut mengungkapkan bahwa penurunan kemampuan pendengaran juga dipengaruhi oleh usia yang menyebabkan adanya perubahan sensorik.

Mekanisme yang terjadi dari sistem sensorik adalah isyarat visual dinamis yang ditangkap oleh otak akan memberikan informasi tentang gerak, ketika sampai pada vestibular (saluran setengah lingkaran pada telinga) akan diberikan informasi terkait percepatan dan linieritas, ditambah dengan masukan isyarat pendengaran akan memberikan lokalisasi spasio-temporal dan propiosepsi akan memberikan informasi tentang posisi relatif tubuh. Hal ini akan membentuk suatu keseimbangan mobilitas. Namun, dalam kasus dimana mekanisme kerja ini terganggu maka mobilitas juga akan terganggu dan keseimbangan akan terganggu (Carr et al., 2020). Hal inilah yang terjadi pada kasus seseorang dengan gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran tidak hanya mempengaruhi kemampuan seseorang untuk mendengar, tetapi juga dapat berdampak signifikan pada mobilitas dan keseimbangan. Menurut Carr et al. (2020), ketika mekanisme kerja pendengaran terganggu, baik oleh faktor lingkungan maupun kondisi kesehatan, mobilitas dan keseimbangan individu juga akan terpengaruh. Hal ini menjadi sangat relevan dalam konteks individu yang mengalami gangguan pendengaran.

Penelitian oleh Notoatmodjo (2013) menunjukkan bahwa paparan terhadap kebisingan tinggi dapat menyebabkan gangguan pendengaran, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi keseimbangan. Ketika pendengaran terganggu, individu mungkin kesulitan untuk mendeteksi suara-suara penting yang membantu mereka menjaga keseimbangan, seperti suara langkah kaki atau suara lingkungan sekitar. Ini sejalan dengan temuan Medy Purwanto et al. (2005), yang mengindikasikan bahwa anak-anak yang terpapar kebisingan lalu lintas memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami gangguan pendengaran, yang dapat mempengaruhi kemampuan mereka untuk beraktivitas secara normal. Lebih lanjut, penelitian oleh Buchari (2007) menekankan pentingnya penggunaan alat pelindung diri (APD) untuk mencegah gangguan pendengaran. Penggunaan APD yang tepat dapat membantu individu melindungi pendengaran mereka dari kebisingan berlebih, yang juga berkontribusi pada pemeliharaan keseimbangan. Ketika individu tidak menggunakan APD, mereka berisiko lebih tinggi mengalami gangguan pendengaran yang dapat mempengaruhi kemampuan mereka untuk berinteraksi dengan lingkungan secara efektif.

Nagel (2012) juga mencatat bahwa faktor-faktor seperti usia dan lama paparan kebisingan dapat mempengaruhi keseimbangan pendengaran. Individu yang lebih tua atau yang telah bekerja dalam lingkungan bising selama bertahun-tahun cenderung mengalami penurunan fungsi pendengaran, yang dapat berkontribusi pada masalah keseimbangan. Penelitian ini menunjukkan bahwa gangguan pendengaran dapat menjadi faktor risiko untuk jatuh dan cedera, terutama pada populasi yang lebih tua. Hasil analisis bivariat yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara tingkat kebisingan dan gangguan pendengaran ($p\text{-value}=0,003$) serta antara jarak pajanan dan gangguan pendengaran ($p\text{-value}=0,007$), menegaskan pentingnya mengelola paparan kebisingan di lingkungan kerja dan kehidupan sehari-hari. Dengan mengurangi kebisingan, kita dapat membantu mencegah gangguan pendengaran dan, pada gilirannya, masalah keseimbangan.

KESIMPULAN

Bahwa gangguan pendengaran memiliki dampak signifikan terhadap keseimbangan individu, yang dapat mempengaruhi kualitas dan akurasi data yang dikumpulkan dalam

penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap mekanisme di mana gangguan pendengaran mengganggu proses pengumpulan data, serta untuk menganalisis perbedaan dalam perpindahan Center of Pressure (COP) antara individu dengan pendengaran normal dan mereka yang mengalami gangguan pendengaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa individu dengan gangguan pendengaran mengalami perpindahan COP yang lebih besar, yang mengindikasikan ketidakstabilan keseimbangan yang lebih tinggi. Selain itu, kondisi seperti penutupan mata dan berdiri di permukaan yang tidak rata memperburuk keseimbangan pada individu dengan gangguan pendengaran.

Temuan ini menyoroti pentingnya informasi dari sistem sensorik, termasuk vestibular, visual, dan proprioseptif, dalam pengendalian keseimbangan. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa gangguan pendengaran tidak hanya mempengaruhi kemampuan mendengar, tetapi juga dapat berkontribusi pada peningkatan risiko jatuh, terutama pada populasi lanjut usia. Penelitian ini memberikan wawasan baru mengenai pentingnya mempertimbangkan gangguan pendengaran dalam desain penelitian dan pengumpulan data, serta implikasinya dalam praktik klinis. Dengan demikian, munculnya teori baru yang mapan mengenai hubungan antara gangguan pendengaran dan keseimbangan dapat menjadi landasan untuk pengembangan strategi intervensi yang lebih efektif bagi individu dengan gangguan pendengaran, serta meningkatkan kualitas penelitian di berbagai bidang yang melibatkan pengumpulan data dari responden.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh rasa syukur, ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Pertama-tama, kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan yang tak ternilai selama proses penelitian ini. Keahlian dan wawasan yang diberikan telah sangat membantu penulis dalam memahami dan mengembangkan topik yang diangkat. Terimakasih juga kepada semua responden yang telah bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini. Tanpa kontribusi kalian, hasil penelitian ini tidak akan mungkin terwujud. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, A., Wardhono, W. S., & Afirianto, T. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Holografis (Studi Kasus: Bab Indera Pendengaran Manusia). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(1), 25-35.
- Brancaleone, M. P., Talarico, M. K., Boucher, L. C., Yang, J., Merfeld, D., & Onate, J. A. (2023). *Hearing Status and Static Postural Control of Collegiate Athletes. Journal of Athletic Training*, 58(5), 452–457. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0262.22>
- Buchari Alma. 2007. Manajemen Pemasaran & Pemasaran Jasa. Bandung: CV. Alfabeta.
- Carpenter, M. G., & Campos, J. L. (2020). *The Effects of Hearing Loss on Balance: A Critical Review. Ear and Hearing*, 41(10), 107S-119S. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000929>.
- Carr, S., Pichora-Fuller, M. K., Li, K. Z. H., & Campos, J. L. (2020). *Effects of age on listening and postural control during realistic multi-tasking conditions. Human Movement Science*, 73(October 2019), 102664. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102664>.
- Dilla, S. C., Hidayat, W., & Rohaeti, E. E. (2018). Faktor gender dan resiliensi dalam pencapaian kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SMA. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 2(1), 129-136.

- Firdausi, R. (2022). Penggunaan Media Audio Visual Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa. *Mubtadi: Jurnal Pendidikan Ibtidaiyah*, 4(1), 11-18.
- Foster, J. I., Williams, K. L., Timmer, B. H. B., & Brauer, S. G. (2022). *The Association between Hearing Impairment and Postural Stability in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis*. *Trends in Hearing*, 26. <https://doi.org/10.1177/23312165221144155>.
- Koesdianasari, E. S. (2019). Hubungan antara pengetahuan menyelam dengan gangguan pendengaran pada pekerja bawah air di perusahaan konstruksi bawah laut. *Indones J Occup Saf Heal*, 7(3), 348.
- Lestari, D. (2019). Hubungan biometrik daun telinga dengan ketajaman pendengaran. *Skripsi-2018*.
- Maudoux, A., Vitry, S., & El-Amraoui, A. (2022). *Vestibular Deficits in Deafness: Clinical Presentation, Animal Modeling, and Treatment Solutions*. *Frontiers in Neurology*, 13, 1–26. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.816534>.
- Medy Purwanto & Leni Novianti. (2021). Analisis Tingkat Kebisingan Terhadap Kejadian Gangguan Pendengaran. *Journal of Safety and Health*. Volume 01: Nomor: 2
- Melo, R. S., Lemos, A., Raposo, M. C. F., Monteiro, M. G., Lambertz, D., & Ferraz, K. M. (2021). *Repercussions of the Degrees of Hearing Loss and Vestibular Dysfunction on the Static Balance of Children With Sensorineural Hearing Loss*. *Physical Therapy*, 101(10), 1–10. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab177>.
- Nagel, P., Gurkov, R. 2012. *Dasar- Dasar Ilmu THT*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Ninomiya, C., Hiraumi, H., Yonemoto, K., & Sato, H. (2021). *Effect of hearing aids on body balance function in non-reverberant condition: A posturographic study*. *PLoS ONE*, 16(10 October), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258590>.
- Notoadmodjo, S. (2012). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Puspita, D., Hardi, I., & Puspitasari, A. (2023). Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Pendengaran Pada Pekerja Bagian Produksi Di PT. Industri Kapal Indonesia Makassar. *Window of Public Health Journal*, 374-382.
- Putri, B. I. (2023). Pencegahan Gangguan Pendengaran Akibat Bising pada Anak dan Remaja. *GALENICAL: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*, 2(4), 103-111.
- Rahmawati, D. (2015). *Faktor-Faktor yang berhubungan dengan gangguan pendengaran pada pekerja di departemen metal forming dan heat treatment PT. Dirgantara Indonesia (Persero)* (Bachelor's thesis, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, 2015).
- Wolter, N. E., Gordon, K. A., Campos, J., Vilchez Madrigal, L. D., Papsin, B. C., & Cushing, S. L. (2021). *Impact of the sensory environment on balance in children with bilateral cochleovestibular loss*. *Hearing Research*, 400. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2020.108134>.
- Yusnidar, Y., Fahlevi, M. I., & Fitriani, F. (2021). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Pendengaran pada Pekerja Bengkel Las. *Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat (Jurmakemas)*, 1(1), 21-28.
- Zarei, H., Norasteh, A. A., Lieberman, L. J., Ertel, M. W., & Brian, A. (2024). *Balance Control in Individuals with Hearing Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Audiology and Neurotology*, 29(1), 30–48. <https://doi.org/10.1159/000531428>.