

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa lingkungan fisik dan metode pembelajaran memiliki pengaruh signifikan terhadap aktivitas gelombang otak siswa, yang berdampak pada efektivitas proses belajar. Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Pengaruh Lingkungan Fisik:**

- **Lingkungan Indoor** mendukung aktivitas relaksasi yang tercermin dalam peningkatan gelombang alpha. Hal ini menunjukkan bahwa suasana yang stabil dan terkontrol cocok untuk kegiatan belajar yang membutuhkan konsentrasi pasif dan ketenangan.
- **Lingkungan Outdoor** meningkatkan aktivitas gelombang beta, theta, dan gamma, yang terkait dengan kewaspadaan, kreativitas, dan fungsi kognitif tinggi. Lingkungan ini mendukung pembelajaran eksploratif dan kolaboratif.

2. **Pengaruh Metode Pembelajaran:**

- **Duduk di Kursi** mendukung fokus dan keterlibatan siswa, sebagaimana terlihat dari peningkatan gelombang beta. Metode ini ideal untuk pembelajaran yang membutuhkan konsentrasi tinggi dan formalitas.
- **Duduk Tanpa Kursi** memberikan kebebasan dan kenyamanan yang meningkatkan kreativitas siswa, yang tercermin dari peningkatan gelombang theta. Posisi ini mendukung aktivitas yang membutuhkan fleksibilitas dan eksplorasi ide.

3. **Kombinasi Faktor:**

Lingkungan outdoor yang dipadukan dengan metode duduk tanpa kursi menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan kreativitas dan keterlibatan siswa.

Sebaliknya, lingkungan indoor dengan posisi duduk di kursi lebih cocok untuk pembelajaran formal yang terstruktur.

6.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, disarankan langkah-langkah berikut untuk mendukung optimalisasi proses belajar siswa:

1. Desain Lingkungan Belajar:

- Sekolah sebaiknya menyediakan kombinasi ruang indoor dan outdoor yang saling melengkapi. Indoor untuk aktivitas yang memerlukan konsentrasi pasif, dan outdoor untuk kegiatan eksploratif.
- Elemen alami, seperti tanaman hijau, pencahayaan alami, atau ruang terbuka, dapat ditambahkan ke dalam ruang indoor untuk menciptakan efek relaksasi yang lebih baik.

2. Variasi Metode Pembelajaran:

- Gunakan posisi duduk yang bervariasi untuk menyesuaikan kebutuhan pembelajaran. Posisi formal lebih cocok untuk pembelajaran teoretis, sedangkan posisi tanpa kursi mendukung aktivitas kreatif.
- Guru dapat merancang metode pengajaran yang fleksibel, seperti diskusi kelompok di luar ruangan atau presentasi di dalam kelas.

3. Pengembangan Kurikulum:

- Integrasikan aktivitas berbasis alam ke dalam kurikulum, seperti kegiatan eksperimen lapangan, observasi, atau pembelajaran berbasis proyek, untuk memanfaatkan efek positif lingkungan outdoor.
- Kombinasikan sesi pembelajaran formal dengan kegiatan kreatif untuk memberikan pengalaman belajar yang holistik dan variatif.

4. Penelitian Lanjutan:

- Penelitian serupa sebaiknya dilakukan dengan subjek yang lebih luas dan beragam untuk menguatkan temuan ini.

- Perlu eksplorasi lebih lanjut tentang pengaruh elemen lingkungan fisik lain, seperti suara, warna, atau tekstur ruang, terhadap aktivitas gelombang otak.



DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, S., Lamba, M., Verma, K., Khuttan, S., & Gautam, H. (2021). A preliminary investigation for assessing attention levels for Massive Online Open Courses learning environment using EEG signals: An experimental study. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(5), 933–941. <https://doi.org/10.1002/hbe2.274>
- Agrawal, S., Chaturvedi, S., & Gupta, J. (2024). *Assessment of Attention in Real Classroom Environment : An EEG Based Study*. 7(1), 24–33.
- Akdeniz, C. (2024). *Effects of Cognitive Stimulation, Physical Arrangement of The Learning Environment, and Instructional Tendency on Student Engagement*. 16(3), 492–516.
- Anggraini, N., Nahdlatul, U., & Sumatera, U. (2024). *Pengaruh Sarana dan Prasarana Sekolah Terhadap Peningkatan Motivasi Belajar Siswa UPT SPF SD Negeri 104202 Bandar Setia Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang T. A 2023 / 2024*. 3(2), 169–173.
- Anggraini, T., Wulandari, A., Bella, H. S., & Anggraini, T. W. (2023). Dampak lingkungan sosial terhadap perkembangan psikologi anak. *Nautical: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(4), 216–225.
- Aspinall, P., Mavros, P., Coyne, R., & Roe, J. (2015). The urban brain: Analysing outdoor physical activity with mobile EEG. *British Journal of Sports Medicine*, 49(4), 272–276. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091877>
- Attar, E. T. (2022). Review of electroencephalography signals approaches for mental stress assessment. *Neurosciences*, 27(4), 209–215. <https://doi.org/10.17712/nsj.2022.4.20220025>
- Babiker, A., Faye, I., Mumtaz, W., Malik, A. S., & Sato, H. (2019). EEG in classroom: EMD features to detect situational interest of students during learning. *Multimedia Tools and Applications*, 78(12), 16261–16281. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-7016-z>
- Barri, M. A. (2020). Evaluation of Physical Aspects of Classroom Environment in Terms of the Humanistic Approach: A Comprehensive Theoretical Framework. *Journal of Education and Training Studies*, 8(11), 1. <https://doi.org/10.11114/jets.v8i11.4974>
- Budiraharja, B. S., Muti'ah, T., & Sugiarto, R. (2022). Berpikir merdeka pada pendidikan sanggar anak alam (SALAM) yogyakarta. *Jurnal Spirits*, 11(2), 158–164. <https://doi.org/10.30738/spirits.v11i2.12674>
- Dijkstra, K., Pieterse, M., & Pruyn, A. (2006). Physical environmental stimuli that turn healthcare facilities into healing environments through psychologically mediated effects: Systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 56(2), 166–181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.03990.x>
- Emara, M. E., Mayhoub, M., Mahmoud, H. A., Mesloub, A., & Alnaim, M. M. (2024). Lighting impact on architecture student experience in higher education

- buildings in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 108(December 2023), 108–121. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.07.067>
- Febriani, N. (2019). Pendekatan Saintifik Sebagai Konsep Dasar Pembelajaran Siswa Di Sanggar Anak Alam (Salam) Nitiprayan Kasihan Bantul Yogyakarta. *Jurnal Kewarganegaraan*, 3(1), 35–40. <https://doi.org/10.31316/jk.v3i1.509>
- Fernandes, A., Ubalde-López, M., Yang, T. C., McEachan, R. R. C., Rashid, R., Maitre, L., Nieuwenhuijsen, M. J., & Vrijheid, M. (2023). School-Based Interventions to Support Healthy Indoor and Outdoor Environments for Children: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph20031746>
- Feye Debele, A. (2016). The Study of Accessibility of the Physical Environment of Primary Schools to Implement Inclusive Education: The Case of Addis Ababa, Ethiopia. *Www.Onlinejournal.in Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 2(1), 2452–1363. www.onlinejournal.in
- Gharaei, B., Mohamad Sadegh Hayeri Zadeh, S., & Ghomeishi, M. (2024). Developing a Neuroarchitecture-based User Centered Design for Elementary Schools in Tehran. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(9), 102898. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102898>
- Griškova-Bulanova, I., Živanović, M., Voicikas, A., Pipinis, E., Jurkuvėnas, V., & Bjekić, J. (2023). Responses at Individual Gamma Frequencies Are Related to the Processing Speed but Not the Inhibitory Control. *Journal of Personalized Medicine*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/jpm13010026>
- Halimah, S. (2018). Pelaksanaan pembelajaran di sekolah kehidupan sanggar anak alam (SALAM) yogyakarta. *E-Jurnal Skripsi Program Studi Teknologi Pendidikan*, 7(8), 804–813. <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/fiptp/article/view/12090%0Ahttps://journal.student.uny.ac.id/index.php/fiptp/article/download/12090/11645>
- Hapidah, S., Kristi, A. A., & Putri, D. R. (2024). *Pembelajaran Menanam Padi untuk Melatih Motorik Halus pada Anak Usia Dini*. 2(4), 128–138.
- Hapsari, S. D., & Suyadi, S. (2022). Desain Pembelajaran Pendidikan Islam Berbasis Neurosains untuk Menjaga Postur Tubuh Siswa. *AL-MURABBI: Jurnal Studi Kependidikan Dan Keislaman*, 8(2), 26–38. <https://doi.org/10.53627/jam.v8i2.4555>
- Hompage, J., Al Masjid, A., & Dani Setyawan, A. (2020). SOSIOHUMANIORA: Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial dan Humaniora Eksplorasi penerapan sistem among di Sanggar Anak Alam Yogyakarta. 54 | *Sosiohumaniora*, 6(1), 54–59.
- Ihekoronye, E. O. (2020). Conducive School Environment :A Necessary Factor for Effective Teaching and Learning in Public Secondary Schools in Gwagwalada Area Council of Abuja. *Bsujem*, 2(1), 203–213.
- Juanda, A., & Wulandari, T. (2020). *Democratic Culture in Sanggar Anak Alam*. 398(ICoSSCE 2019), 88–92. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200130.019>

- Jung, M., & Lee, M. (2021). The effect of a mindfulness-based education program on brain waves and the autonomic nervous system in university students. *Healthcare (Switzerland)*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/healthcare9111606>
- Kapoor, N. R., Kumar, A., Meena, C. S., Kumar, A., Alam, T., Balam, N. B., & Ghosh, A. (2021). A Systematic Review on Indoor Environmental Quality in Naturally Ventilated School Classrooms: A Way Forward. *Advances in Civil Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8851685>
- Kholis, N., & Rigianti, H. A. (2023). Korelasi Antara Implementasi Kurikulum Merdeka Berbasis Riset Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Di Salam (Sanggar Anak Alam). *Khazanah Pendidikan*, 17(2), 139. <https://doi.org/10.30595/jkp.v17i2.19224>
- Ko, L. W., Komarov, O., Hairston, W. D., Jung, T. P., & Lin, C. T. (2017). Sustained attention in real classroom settings: An EEG study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(July), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00388>
- Krishna, S. B. N. (2021). Challenges of Student Accommodation at Institutions of Higher Learning A Case Study of University of KwaZulu Natal South Africa. *Alternation Interdisciplinary Journal for the Study of the Arts and Humanities in Southern Africa*, SP38C. <https://doi.org/10.29086/2519-5476/2021/sp38c16>
- Llorens-Gámez, M., Higuera-Trujillo, J. L., Omarrementeria, C. S., & Llinares, C. (2022). The impact of the design of learning spaces on attention and memory from a neuroarchitectural approach: A systematic review. *Frontiers of Architectural Research*, 11(3), 542–560. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.12.002>
- Marlina, H., & Annisa, A. (2024). KAJIAN PENGARUH KENYAMANAN PSIKOLOGIS MAHASISWA TERHADAP Study of Students ' Psychological Influence on Square-shaped Learning Classrooms in Unmuha. 2, 92–99.
- Massonnié, J., Frasseto, P., Mareschal, D., & Kirkham, N. Z. (2022). Learning in Noisy Classrooms: Children's Reports of Annoyance and Distraction from Noise are Associated with Individual Differences in Mind-Wandering and Switching skills. *Environment and Behavior*, 54(1), 58–88. <https://doi.org/10.1177/0013916520950277>
- Moore, J., Moore, J. S., & Caskey, J. (2021). *Mentally restorative areas for students: impacts of nature on Mentally restorative areas for students: impacts of nature on psychophysiological state psychophysiological state Mentally Restorative Areas for Students: Impacts of Nature on Psychophysiological*. <https://scholar.utc.edu/honors-theses>
- Muji, A. P., Gistituati, N., Bentri, A., & Falma, F. O. (2021). Evaluation of the implementation of the sekolah penggerak curriculum using the context, input, process and product evaluation model in high schools. *JPPi (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 7(3), 377. <https://doi.org/10.29210/020211231>
- Nidyawati, D. E. (2017). Konsep Dan Implementasi Pendidikan Berbasis Alam Di Sanggar Anak Alam (Salam) Nitiprayan Kasihan Bantul Yogyakarta The Concept And Implementation Of Nature-Based Education. *Jurnal Spektrum*

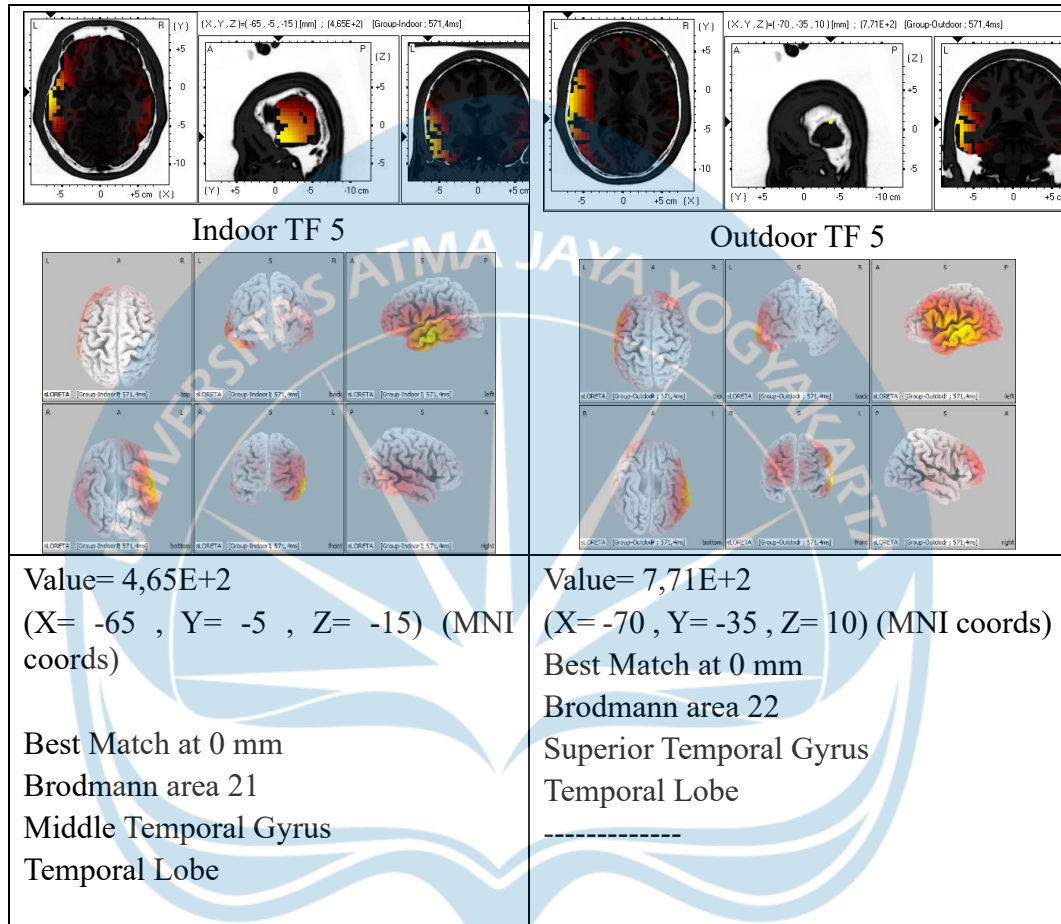
Analisis Kebijakan Pendidikan, 4(6), 13.
<http://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/sakp/article/viewFile/9257/8939>

- Noperi, H., & Triyuniar, M. R. (2022). ANALISA TINGKAT KEBISINGAN DI KAWASAN PENDIDIKAN SMPN 59 JAKARTA Pendahuluan. *Koloni: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(3), 891–899.
- Novitasari, N., Hidayatul Habibah, F., Vera Yuniar, D., Sari Sulistiowati, I., Rarin Erlina, K., Umah, K., Hilya, N., Ning Rahayu, R., Kholifah, S., Mahfudhoh, S., Muafiyah, S., Zayyinatul Mustafidah, S., & Azkiyyah, C. (2022). Perancangan Kelas Desain Interior dalam Membentuk Pertumbuhan dan Perkembangan Anak. *Murhum: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(2), 52–61. <https://doi.org/10.37985/murhum.v3i2.128>
- Nurasiah. (2016). URGENSI NEUROSCIENCE DALAM PENDIDIKAN (Sebagai langkah inovasi Pembelajaran). *Al-Tadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam*, 7, 72–93.
- Obralic, A., & Jeghel, S. (2021). The Case Study on Significance of Daylight in Classroom Setting at Sarajevo Campus. *European Scientific Journal ESJ*, 17(1), 19–45. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n1p19>
- Orovas, C., Sapounidis, T., Volioti, C., & Keramopoulos, E. (2025). EEG in Education: A Scoping Review of Hardware, Software, and Methodological Aspects. *Sensors*, 25(1), 1–31. <https://doi.org/10.3390/s25010182>
- Pertiwi, A. D., Nurfatimah, S. A., & Hasna, S. (2022). Menerapkan Metode Pembelajaran Berorientasi Student Centered Menuju Masa Transisi Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 8839–8848.
- Rai, S., Shree, V., Chani, P. S., & Asim, F. (2024). Enhancing cognitive performance and emotional well-being via Nature-induced learning environments. Insights from neuro-architecture research. *Visions for Sustainability*, 2024(21), 491–526. <https://doi.org/10.13135/2384-8677/9265>
- Ramírez-Moreno, M. A., Díaz-Padilla, M., Valenzuela-Gómez, K. D., Vargas-Martínez, A., Tudón-Martínez, J. C., Morales-Menendez, R., Ramírez-Mendoza, R. A., Pérez-Henríquez, B. L., & Lozoya-Santos, J. de J. (2021). Eeg-based tool for prediction of university students' cognitive performance in the classroom. *Brain Sciences*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/brainsci11060698>
- Susanto, D. (2016). Harmonisasi Nilai Kearifan Lokal Terhadap Implementasi Pendidikan Karakter Di Sanggar Anak Alam Yogyakarta. *Trihayu: Jurnal Pendidikan Ke-SD-An*, 3(1), 72–77.
- Taylor, M., Brown, N. C., & Rim, D. (2021). Optimizing thermal comfort and energy use for learning environments. *Energy and Buildings*, 248, 111181. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111181>
- Tongran, L., Shi, J., Zhao, D., & Yang, J. (2008). The relationship between EEG band power , cognitive processing and. *Psychology Science Quarterly*, 50(8), 259–268.

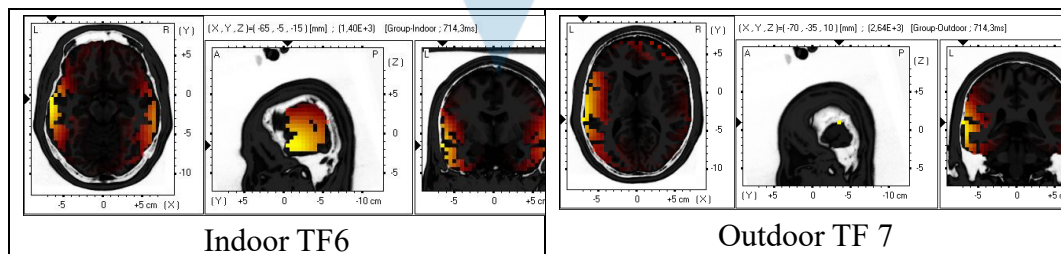
- Tretyak, T. O., Kofan, I. M., Znanetska, O. M., Boyechko, F. F., & Severynovska, O. V. (2021). Neurophysiological mechanisms and features of autonomic support of productive cognitive activity of intuitive type in young adults. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 181–191. <https://doi.org/10.15421/022126>
- van Atteveldt, N., Janssen, T. W. P., & Davidesco, I. (2020). Measuring Brain Waves in the Classroom. *Frontiers for Young Minds*, 8. <https://doi.org/10.3389/frym.2020.00096>
- Xu, J., & Zhong, B. (2018). Review on portable EEG technology in educational research. *Computers in Human Behavior*, 81, 340–349. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.037>
- Yao, W., Zhang, X., & Gong, Q. (2021). The effect of exposure to the natural environment on stress reduction: A meta-analysis. *Urban Forestry and Urban Greening*, 57, 126932. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126932>
- Yusli, N. A. N. M., Roslan, S., Zaremohzzabieh, Z., Ghiami, Z., & Ahmad, N. (2021). Role of Restorativeness in Improving the Psychological Well-Being of University Students. *Frontiers in Psychology*, 12(August), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.646329>
- Yuvaraj, R., Chadha, S., Prince, A. A., Murugappan, M., Islam, M. S. Bin, Sumon, M. S. I., & Chowdhury, M. E. H. (2024). A Machine Learning Framework for Classroom EEG Recording Classification: Unveiling Learning-Style Patterns. *Algorithms*, 17(11), 1–19. <https://doi.org/10.3390/a17110503>
- Zemla, K., Sedek, G., Wróbel, K., Postepski, F., & Wojcik, G. M. (2023). Investigating the Impact of Guided Imagery on Stress, Brain Functions, and Attention: A Randomized Trial. *Sensors*, 23(13), 1–19. <https://doi.org/10.3390/s23136210>

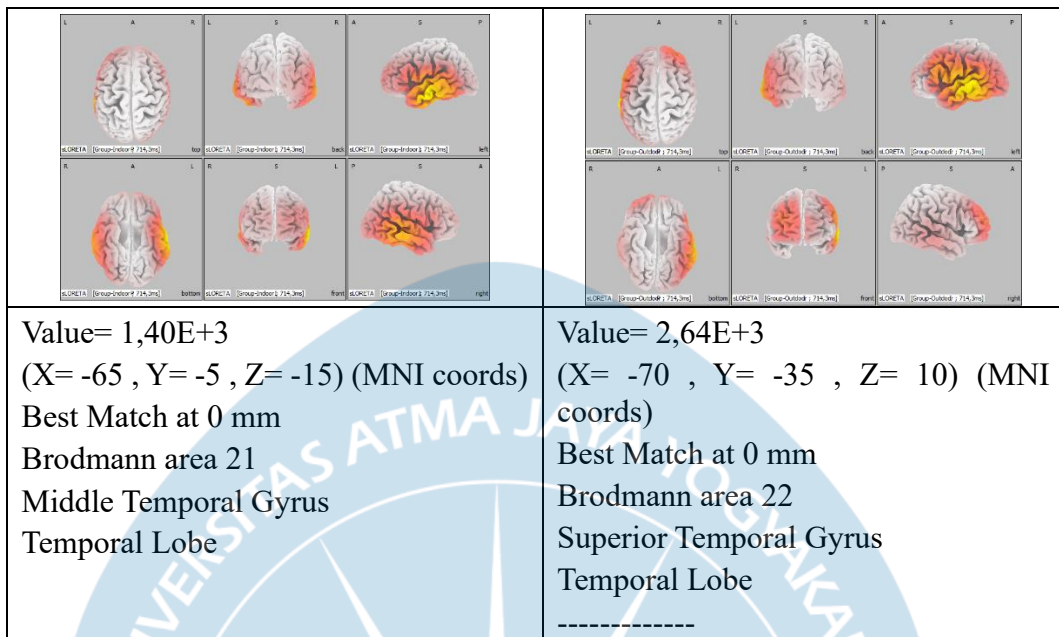
LAMPIRAN

Tabel 1. Gelombang Beta TF 5

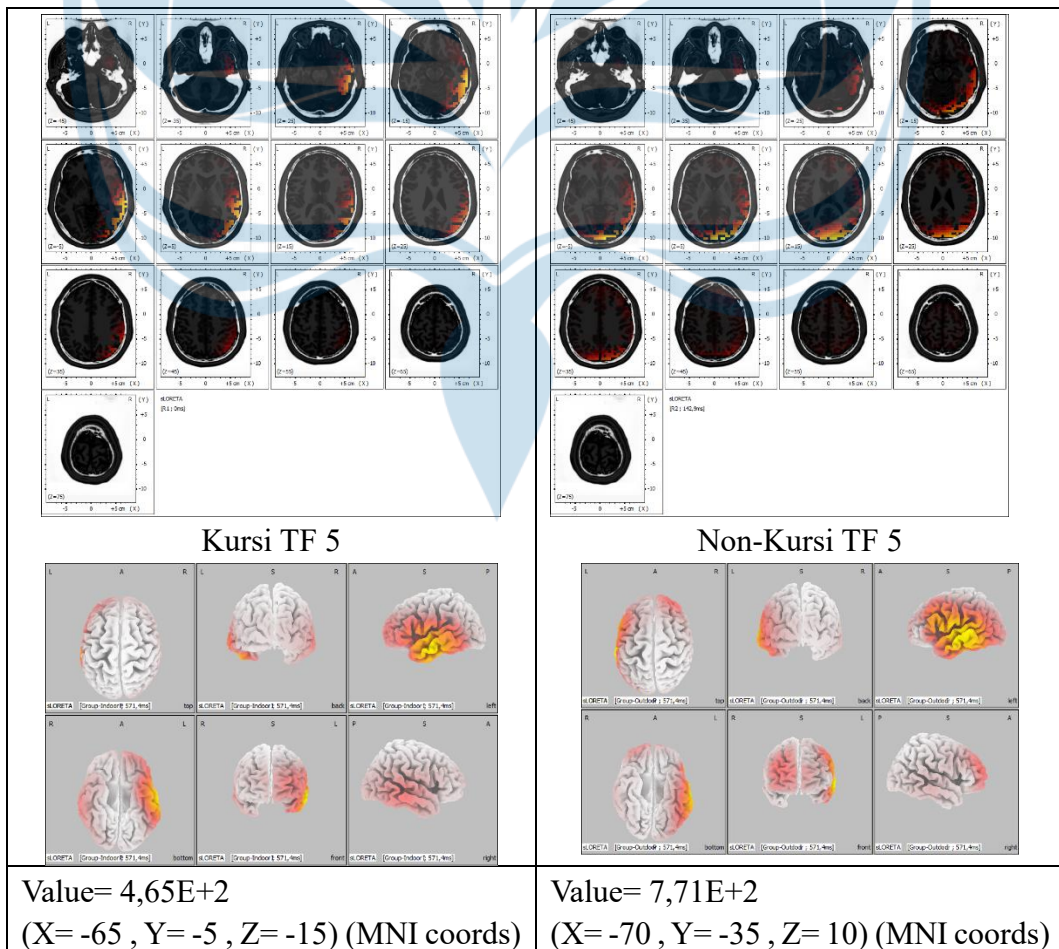


Tabel 2. Gelombang Beta TF 6 dan TF 7



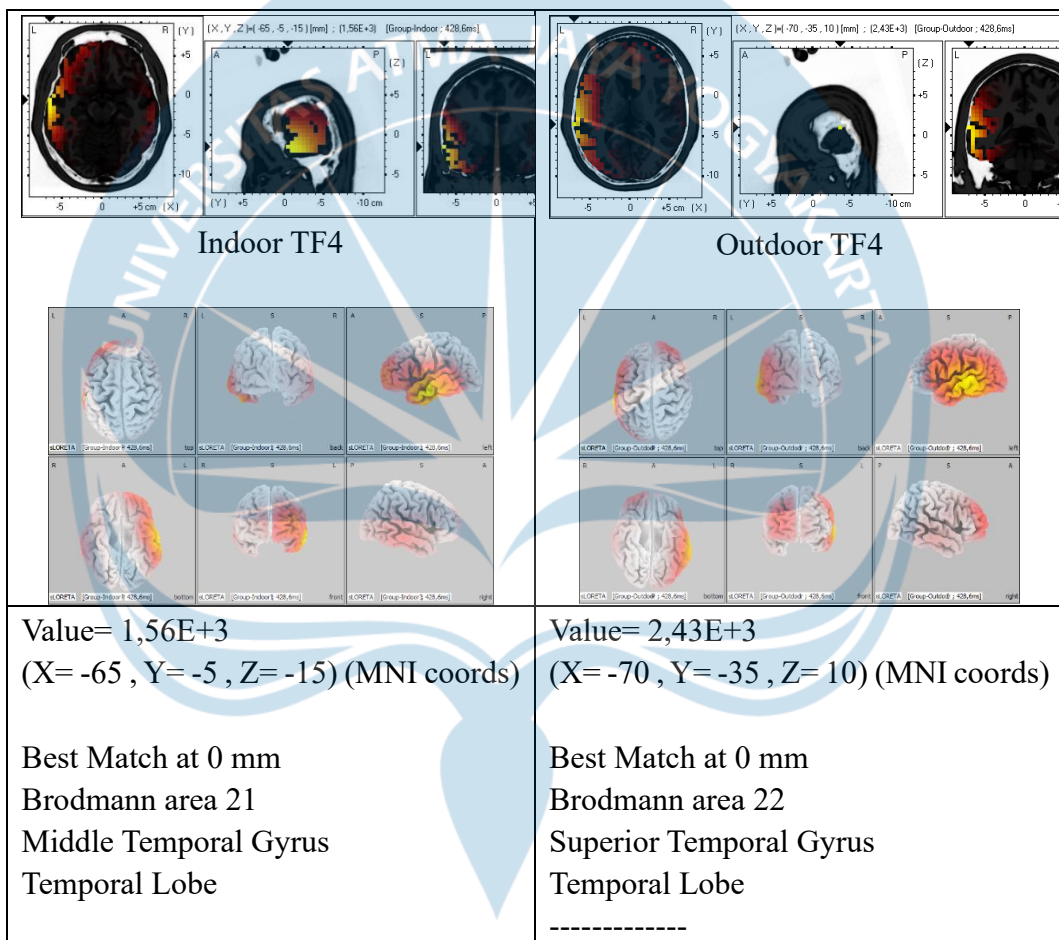


Tabel 3. . Gelombang Beta TF 5

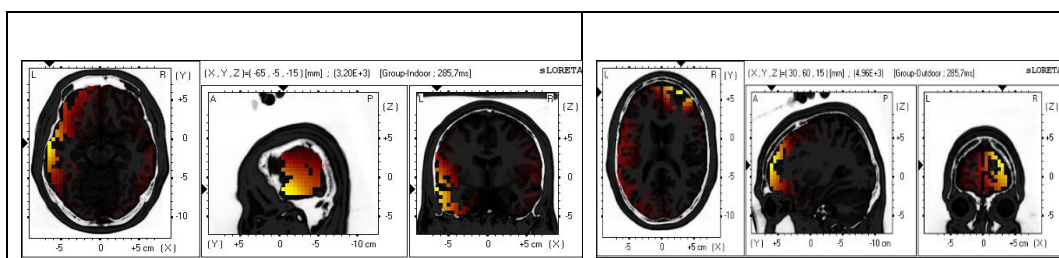


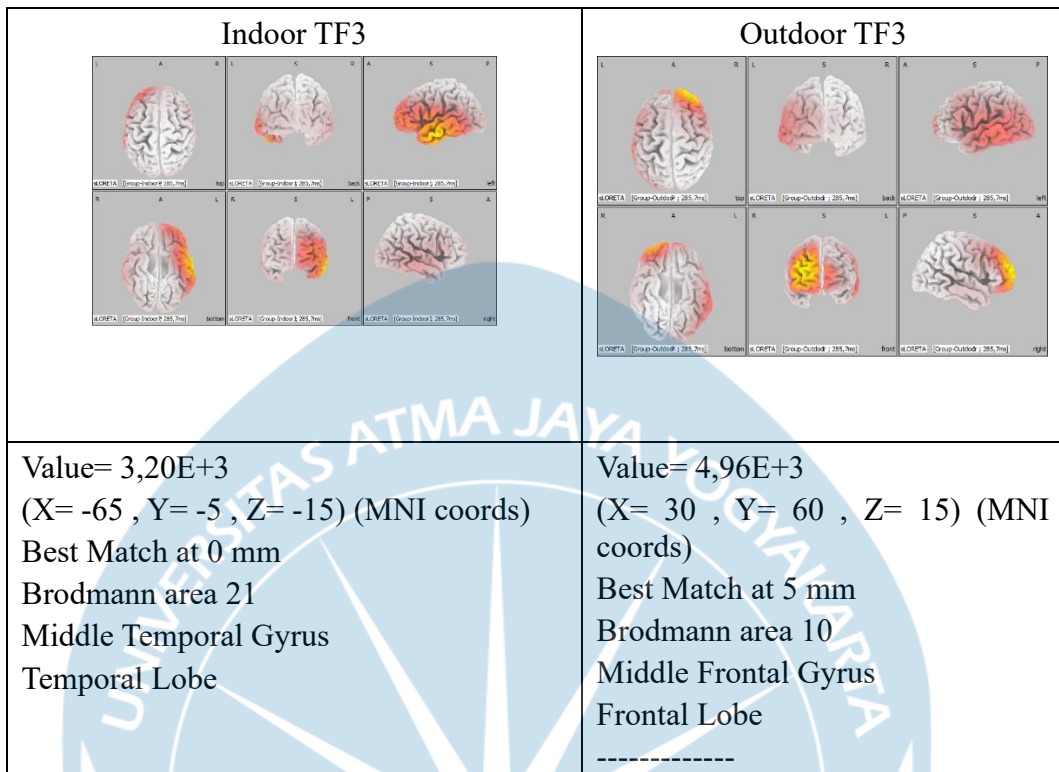
<p>Best Match at 0 mm Brodmann area 21 Middle Temporal Gyrus Temporal Lobe</p>	<p>Best Match at 0 mm Brodmann area 22 Superior Temporal Gyrus Temporal Lobe</p> <p>-----</p>
---	--

Tabel 4. Gelombang Alpha TF4

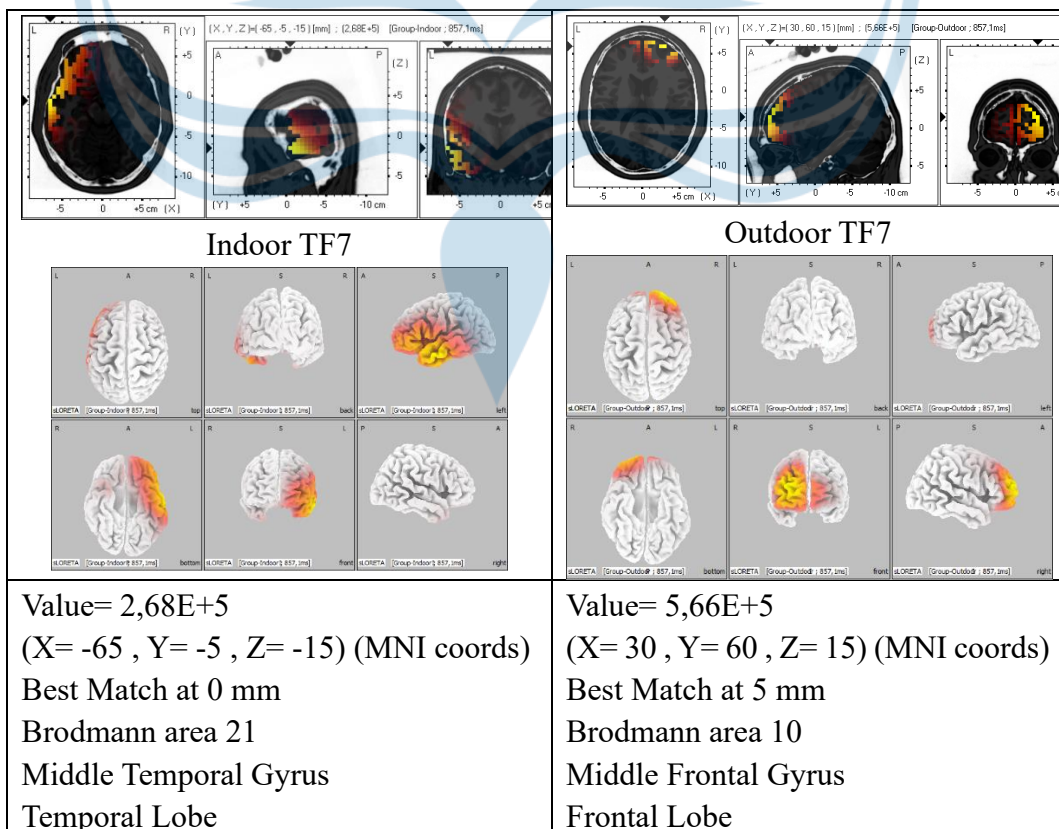


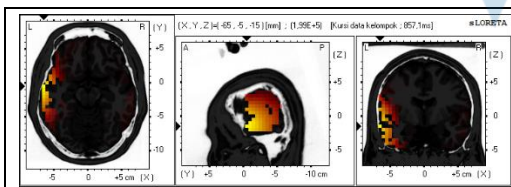
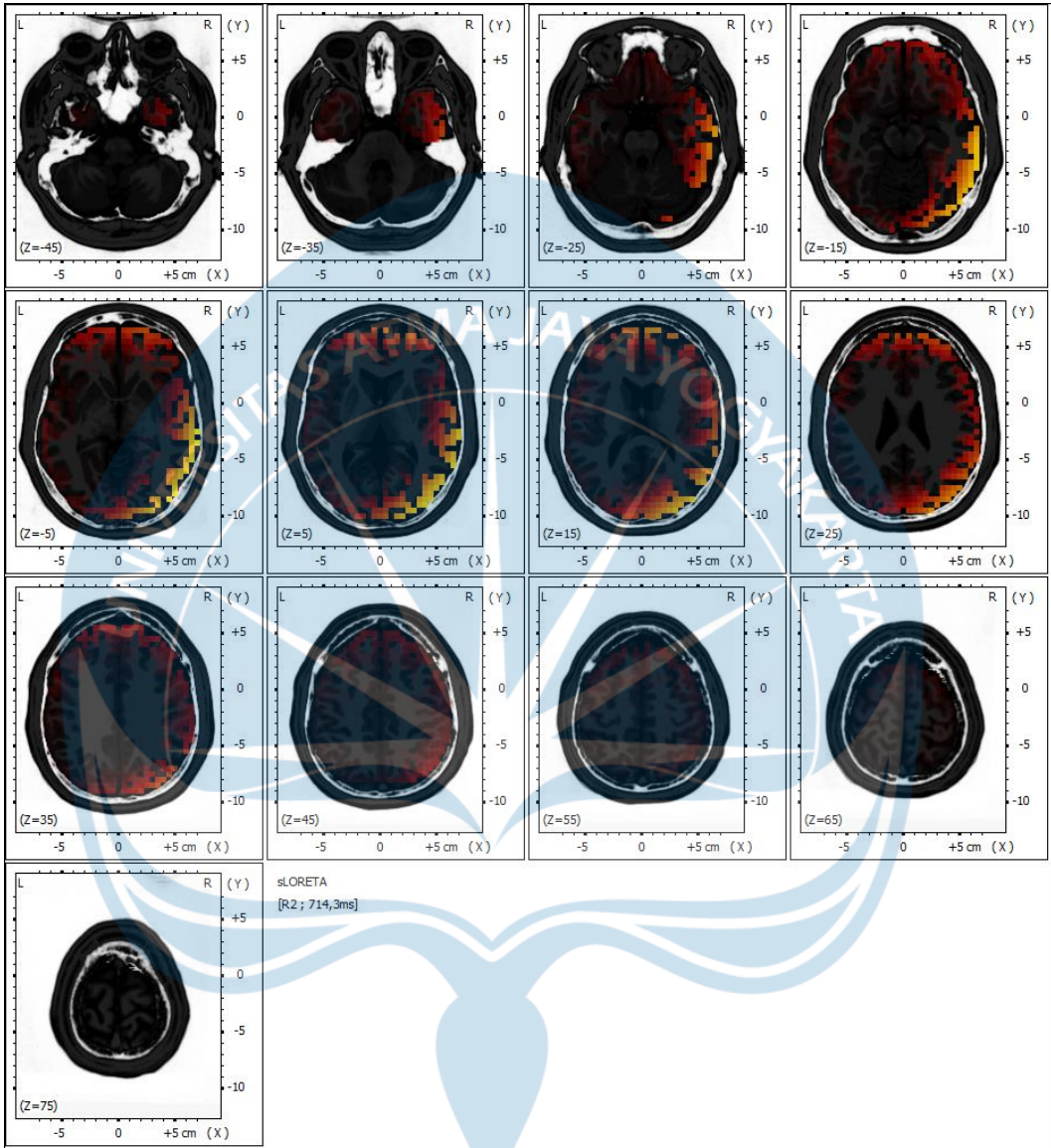
Gelombang Theta TF 3





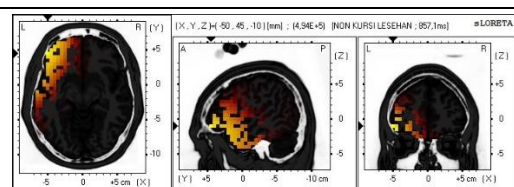
Gelombang Gamma TF 7





Kursi

Value= 1,99E+5
 (X= -65 , Y= -5 , Z= -15) (MNI coords)
 Best Match at 0 mm
 Brodmann area 21



Non Kursi

Value= 4,94E+5
 (X= -50 , Y= 45 , Z= -10) (MNI coords)
 Best Match at 0 mm
 Brodmann area 47

Middle Temporal Gyrus
Temporal Lobe

Inferior Frontal Gyrus
Frontal Lobe

