

Integrasi Teknologi Big Data dalam Penggunaan 3D Hologram, EEG, dan TMS untuk Diagnosis dan Pengobatan Gangguan Kesehatan Mental

Doni Rizki¹, Nabilla Amelia Putri², Fitria Nur Hasanah³, Arnawati⁴

(Donirizki165@gmail.com)¹, (nabillaameliaputri863@gmail.com)², (fitrianh04@gmail.com)³, (arnawati467@gmail.com)⁴

***Abstract :** The utilization of 3D hologram technology in recording brain electrical activity (EEG) and transcranial magnetic stimulation (TMS) on humans has opened new opportunities in the diagnosis and treatment of mental health disorders. By integrating big data technology, the data generated from EEG and TMS can be analyzed in-depth to identify previously undetected patterns and trends. Big data allows for the rapid and accurate processing of large amounts of information, providing comprehensive insights into brain activity. The combination of hologram technology, EEG, TMS, and big data is expected to enable personalized treatment for mental disorders, enhance intervention effectiveness, and facilitate better management of mental health databases. This platform is anticipated to be a breakthrough in treating patients with mental health disorders, facilitating the diagnostic process, and offering more advanced non-invasive treatment options.*

***Keywords :** Big Data, Health, Databases*

Abstrak : Pemanfaatan teknologi 3D hologram dalam perekaman aktivitas listrik otak (EEG) dan stimulasi magnetik transkranial (TMS) pada manusia telah membuka peluang baru dalam diagnosis dan pengobatan gangguan kesehatan mental. Dengan integrasi teknologi big data, data yang dihasilkan dari EEG dan TMS dapat dianalisis secara mendalam untuk mengidentifikasi pola dan tren yang sebelumnya tidak terdeteksi. Big data memungkinkan pengolahan informasi dalam jumlah besar secara cepat dan akurat, memberikan wawasan komprehensif mengenai aktivitas otak. Kombinasi teknologi hologram, EEG, TMS, dan big data diharapkan mampu memberikan personalisasi dalam pengobatan gangguan mental, meningkatkan efektivitas intervensi, dan memfasilitasi pengelolaan basis data kesehatan mental yang lebih baik. Platform ini diharapkan menjadi terobosan baru dalam merawat pasien dengan gangguan kesehatan mental, memfasilitasi proses diagnostik, dan memberikan opsi pengobatan non-invasif yang lebih canggih.

Kata Kunci : Big Data, Kesehatan, Sistem Basis Data

PENDAHULUAN

Masalah kesehatan mental telah menjadi perhatian serius baik di tingkat global maupun nasional. Data dari Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 menunjukkan bahwa lebih dari 19 juta orang di atas usia 15 tahun menderita gangguan kesehatan mental sementara lebih dari 12 juta orang mengalami depresi. Depresi, sebagai salah satu bentuk gangguan mental, memengaruhi tidak hanya perasaan seseorang tetapi juga cara berpikir dan bertindak. Namun, sulit bagi banyak individu yang mengalami depresi untuk mengungkapkan pikiran dan perasaan mereka secara terbuka.

Masalah rekonstruksi sinyal elektroda EEG (Electroencephalography) adalah bagian penting dari analisis topografi sinyal otak. Dalam banyak kasus, informasi pada grid 2D atau 3D tersedia dengan kepadatan rendah dan perlu dievaluasi pada posisi yang tidak ditentukan sebelumnya. Teknik interpolasi digunakan untuk merekonstruksi data yang hilang atau mengevaluasi sinyal pada posisi yang tidak ditentukan dalam grid.. Tujuan dari pemanfaatan teknik ini adalah untuk menambah Indeks representasi topografi data untuk membandingkan kumpulan data dengan data lain, yang diperoleh dalam ruang yang sama tetapi dalam posisi berbeda, dengan mempertimbangkan misalnya sistem montase EEG yang berbeda. Selain itu, seperti yang ditunjukkan pada masalah interpolasi berguna untuk merekonstruksi potensi pada permukaan di lokasi sensor di mana pengukuran dilakukan. Dalam kinerja tiga metode interpolasi untuk representasi topografi sinyal elektroda EEG: tetangga terdekat (NN), teknik interpolasi lokal, dan dua teknik spline global, teknik planar-spline (PS) dan splines bola (SS)), telah diperkirakan secara kuantitatif. Teknik tetangga terdekat menghitung nilai pada lokasi kulit kepala sebagai rata-rata tertimbang nilai data dari sejumlah lokasi pencatatan terdekat yang ditentukan.

Dalam konteks ini, upaya untuk memfasilitasi pelayanan kesehatan mental menjadi sangat penting. Kami percaya bahwa penerapan teknologi canggih dapat menjadi solusi yang inovatif untuk membantu para profesional dalam bidang gangguan kejiwaan. Dengan menyelaraskan teknologi terbaru seperti 3D hologram dengan metode klinis yang telah ada, kami mengusulkan sebuah pendekatan baru yang dapat memudahkan proses diagnosis dan intervensi pada pasien dengan gangguan mental.

Teknologi hologram merupakan salah satu inovasi dalam bidang fotografi yang memungkinkan merekam objek dalam tiga dimensi dan menyajikannya secara realistis. Dengan kemampuannya untuk memberikan visualisasi yang lebih mendalam dan interaktif, teknologi hologram dapat menjadi alat yang efektif dalam menyampaikan informasi dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi kesehatan mental.

Selain itu, kami juga melihat potensi besar dalam penggunaan Electroencephalograms (EEG) dan Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) sebagai alat diagnostik dan terapeutik. EEG memungkinkan perekaman aktivitas listrik otak, sementara TMS merangsang saraf di otak melalui tekanan magnetik dari luar kulit kepala. Kombinasi kedua teknologi ini dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang aktivitas otak dan membuka jalan untuk pengembangan metode intervensi yang lebih efektif.

Integrasi teknologi big data menjadi komponen kunci dalam penelitian ini. Data yang dihasilkan dari EEG dan TMS akan dianalisis menggunakan algoritma big data untuk mengidentifikasi pola dan tren yang dapat membantu dalam diagnosis dan personalisasi pengobatan. Big data memungkinkan pengolahan sejumlah besar data secara cepat dan akurat, sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai kondisi kesehatan mental pasien. Pengelolaan basis data yang baik juga akan memungkinkan penyimpanan dan pemanfaatan data kesehatan mental secara efisien.

Dalam penelitian ini, kami akan menjelajahi potensi implementasi 3D hologram sebagai sarana yang memungkinkan integrasi antara EEG, TMS, dan big data. Dengan demikian, kami berharap untuk menciptakan sebuah platform yang tidak hanya mampu merekam aktivitas listrik otak secara detail tetapi juga memberikan kemungkinan untuk melakukan stimulasi otak secara non-invasif melalui TMS dan menganalisis data tersebut dengan teknologi big data. Kombinasi ini diharapkan dapat menjadi terobosan baru dalam diagnosis dan pengobatan gangguan kesehatan mental, membuka jalan bagi pendekatan yang lebih holistik dan efektif dalam merawat pasien serta meningkatkan pengelolaan basis data kesehatan mental.

KAJIAN TEORITIS

1. Teknologi 3D Hologram

3D hologram adalah teknologi yang memungkinkan penciptaan gambar tiga dimensi yang tampak nyata. Teknologi ini menggunakan prinsip interferensi dan difraksi cahaya untuk merekam dan mereproduksi gambar tiga dimensi dari suatu objek. Dalam bidang kesehatan mental, teknologi hologram dapat digunakan untuk memberikan visualisasi otak yang lebih mendalam dan interaktif, membantu dokter dalam memahami struktur dan fungsi otak secara lebih baik.

2. Electroencephalograms (EEG)

EEG adalah metode non-invasif untuk merekam aktivitas listrik otak melalui elektroda yang ditempatkan di kulit kepala. EEG telah digunakan secara luas dalam penelitian dan diagnosis gangguan neurologis dan mental. Dengan menganalisis pola gelombang otak, dokter dapat mengidentifikasi kelainan yang mungkin terkait dengan kondisi mental tertentu, seperti depresi, kecemasan, atau epilepsi. Teknologi EEG juga memungkinkan pemantauan otak secara real-time, memberikan data yang berharga untuk intervensi terapeutik.¹

3. Transcranial Magnetic Stimulation (TMS)

TMS adalah teknik stimulasi otak non-invasif yang menggunakan medan magnet untuk merangsang neuron di otak. TMS telah terbukti efektif dalam mengobati berbagai kondisi kesehatan mental, termasuk depresi dan gangguan kecemasan. TMS bekerja dengan menginduksi arus listrik kecil di otak, yang dapat mengubah aktivitas neuron dan memodulasi jaringan otak yang terlibat dalam regulasi suasana hati dan emosi. Kombinasi TMS dengan teknologi EEG dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang bagaimana stimulasi mempengaruhi aktivitas otak.

4. Big Data dalam Kesehatan Mental

Big data merujuk pada kumpulan data yang sangat besar dan kompleks yang tidak dapat dianalisis dengan alat analisis tradisional. Dalam konteks kesehatan mental, big data mencakup data dari berbagai sumber, seperti catatan medis elektronik, data EEG, hasil TMS, survei kesehatan mental, dan data perilaku dari perangkat wearable. Big data memungkinkan

analisis mendalam dan komprehensif untuk mengidentifikasi pola dan tren yang mungkin tidak terlihat pada analisis konvensional. Dengan algoritma pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan, big data dapat digunakan untuk memprediksi hasil kesehatan, mengidentifikasi faktor risiko, dan merancang intervensi yang lebih efektif.

5. Pengelolaan Basis Data

Pengelolaan basis data yang efektif sangat penting dalam memanfaatkan big data untuk kesehatan mental. Basis data yang terstruktur dengan baik memungkinkan penyimpanan, pengolahan, dan analisis data yang efisien. Ini termasuk memastikan integritas data, keamanan, dan privasi pasien. Dengan menggunakan sistem manajemen basis data yang canggih, data dari berbagai sumber dapat diintegrasikan dan dianalisis secara holistik, memberikan wawasan yang lebih baik bagi peneliti dan praktisi dalam bidang kesehatan mental.

6. Integrasi Teknologi

Integrasi teknologi 3D hologram, EEG, TMS, dan big data membuka peluang baru dalam diagnosis dan pengobatan gangguan kesehatan mental. Kombinasi ini memungkinkan visualisasi yang lebih baik, pemantauan real-time, stimulasi otak non-invasif, dan analisis data yang mendalam. Dengan pendekatan holistik ini, dokter dapat memberikan perawatan yang lebih personalisasi dan efektif, sementara peneliti dapat mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang mekanisme dasar gangguan mental.

7. Aplikasi Klinis

Penerapan teknologi ini dalam setting klinis dapat meningkatkan kualitas diagnosis dan pengobatan gangguan kesehatan mental. Visualisasi 3D otak dengan hologram dapat membantu dalam identifikasi kelainan struktural atau fungsional. Data EEG dan TMS dapat digunakan untuk merancang rencana perawatan yang disesuaikan dengan kebutuhan individu. Analisis big data dapat memberikan wawasan tentang efektivitas intervensi dan membantu dalam pengembangan strategi pencegahan yang lebih baik.

PEMBAHASAN

A. Rekonstruksi Saluran dan Interpolasi Data EEG dan TMS

Rekonstruksi Saluran:

- Ini adalah kasus khusus dari masalah interpolasi peta, di mana informasi yang tersedia pada grid 2D atau 3D yang jarang harus dievaluasi dalam posisi ruang yang tidak ditentukan sebelumnya.
- Tujuan utama dari teknik ini adalah untuk menambah indeks representasi topografi data, memungkinkan perbandingan antara kumpulan data yang diperoleh dalam ruang yang sama tetapi dengan posisi yang berbeda. Contohnya adalah sistem montase EEG yang berbeda.²

Interpolasi Data EEG:

- Teknik interpolasi berguna untuk merekonstruksi potensi pada permukaan di lokasi sensor di mana pengukuran dilakukan.
- Ada tiga metode interpolasi utama yang digunakan dalam representasi topografi sinyal elektroda EEG:
 1. Tetangga Terdekat (NN): Menghitung nilai pada lokasi kulit kepala sebagai rata-rata tertimbang nilai data dari sejumlah lokasi pencatatan terdekat.
 2. Planar-Spline (PS): Data diinterpolasi dengan memproyeksikan gaya titik pada pelat yang hampir tak terbatas.
 3. Splines Bola (SS): Menggunakan cangkang bola elastis tipis dengan radius satuan, meminimalkan energi dari cangkang antara lokasi pengukuran.

Kesehatan Mental dan EEG

1. Sistem Mental pada Otak:
 - Kesehatan mental dan aktivitas otak dapat dipantau dan dianalisis menggunakan EEG. EEG mengukur aktivitas listrik di otak, yang dapat memberikan wawasan tentang kondisi mental seseorang.
 - Penelitian menunjukkan bahwa rekonstruksi dan interpolasi data EEG dapat meningkatkan akurasi dan kualitas data, yang penting untuk analisis yang lebih baik dalam konteks kesehatan mental.
2. Stimulasi Magnetik Transkraniial (TMS):
 - TMS adalah teknik non-invasif yang menggunakan medan magnet untuk merangsang saraf di otak. TMS sering digunakan dalam pengobatan gangguan mental seperti depresi.
 - Dalam konteks EEG, TMS dapat digunakan untuk memodulasi aktivitas otak dan kemudian mengukur efeknya menggunakan EEG. Interpolasi data EEG dapat membantu memahami bagaimana TMS mempengaruhi aktivitas otak di area yang tidak secara langsung diukur oleh sensor.

B. Pengaruh Distribusi Susunan Elektroda

Distribusi susunan elektroda sangat mempengaruhi keakuratan interpolasi. Pemetaan topografi yang akurat diperlukan untuk mengevaluasi kerapatan arus radial (CSD) dari potensi Laplacian 2D, yang penting dalam analisis sumber dan penyelesaian masalah invers pada sinyal EEG. Akurasi interpolasi sangat bergantung pada distribusi elektroda.

C. Kesehatan Mental dan Interpolasi Data

Interpolasi data EEG dapat digunakan dalam penelitian kesehatan mental, yang menjadi sangat relevan mengingat peningkatan masalah kesehatan mental selama pandemi Covid-19. Data EEG yang diinterpolasi membantu dalam diagnosis dan terapi gangguan mental.

D. Teknologi Hologram 3D dan Kesehatan Mental

Hologram 3D: Teknologi ini digunakan untuk merekam dan memvisualisasikan aktivitas otak manusia, membantu para ahli dalam diagnosis dan terapi gangguan mental. Kombinasi EEG dan hologram 3D memungkinkan visualisasi aktivitas otak yang sedang dipikirkan, membantu dalam membaca pikiran manusia dan menampilkan visualisasi objek yang sedang dipikirkan.³

E. Big Data dalam Analisis EEG dan TMS

Volume Data EEG

Data EEG (Electroencephalography) yang dihasilkan dalam jumlah besar memerlukan penyimpanan dan pemrosesan yang efisien. Setiap sesi perekaman EEG menghasilkan sejumlah besar titik data dari berbagai sensor yang ditempatkan di kepala subjek. Data ini sering kali memiliki volume yang besar karena kecepatan sampling yang tinggi dan jumlah elektroda yang digunakan. Teknik interpolasi sangat penting untuk memperbaiki data yang hilang atau rusak, meningkatkan kualitas data yang dianalisis dalam skala besar.

Analisis Skala Besar

Dengan memanfaatkan big data, analisis data EEG dapat dilakukan dalam skala besar untuk menemukan pola kesehatan mental pada populasi yang luas. Hal ini memberikan wawasan penting yang dapat digunakan untuk intervensi kesehatan masyarakat, penelitian ilmiah, dan pengembangan terapi baru.

- **Identifikasi Pola:** Analisis big data dapat membantu dalam mengidentifikasi pola-pola tertentu dalam data EEG yang mungkin terkait dengan kondisi kesehatan mental seperti depresi, kecemasan, atau gangguan tidur.
- **Prediksi Risiko:** Dengan menggabungkan data EEG dengan data kesehatan lainnya, model prediksi risiko dapat dikembangkan untuk mengidentifikasi individu yang berisiko tinggi mengalami masalah kesehatan mental.

Implementasi Teknologi Big Data untuk EEG dan TMS

Menggabungkan data EEG dan TMS dalam analisis big data memungkinkan peneliti untuk melihat bagaimana otak merespons rangsangan TMS pada tingkat yang lebih

detail. Ini dapat membantu dalam mengoptimalkan protokol TMS untuk pengobatan yang lebih efektif.⁴

F. Sistem Databases untuk Penyimpanan Data EEG dan TMS

Penyimpanan Data EEG

Data EEG yang dihasilkan harus disimpan dalam sistem database yang terstruktur untuk memudahkan akses, manajemen, dan analisis data. Karena volume data yang besar dan kebutuhan akan integrasi dengan teknik interpolasi serta analisis kompleks lainnya, pemilihan sistem database yang tepat sangat penting.

Kebutuhan Sistem Database

Sistem database yang kuat diperlukan untuk menangani data EEG dan TMS yang besar dengan efisien dan dapat diandalkan. Beberapa kebutuhan kunci untuk sistem database termasuk:

- **Skalabilitas:** Kemampuan untuk menangani pertumbuhan data yang besar dari multipleks sesi rekaman EEG dan TMS.
- **Kinerja Tinggi:** Database harus mampu melakukan operasi baca-tulis dengan cepat untuk mendukung analisis real-time dan aplikasi seperti hologram 3D.
- **Keamanan Data:** Perlindungan data yang kuat terhadap akses yang tidak sah atau kehilangan data sangat penting dalam konteks data medis seperti EEG dan TMS.

Real-Time Data Processing

Pemrosesan data EEG secara real-time penting untuk aplikasi medis yang memerlukan respons cepat, seperti dalam penggunaan teknologi hologram 3D yang membutuhkan integrasi data EEG secara langsung.

- **Streaming Data:** Sistem database harus mendukung teknologi streaming untuk memungkinkan penerimaan dan pemrosesan data EEG secara real-time. Platform seperti Apache Kafka atau Apache Flink dapat digunakan untuk mengelola aliran data yang masuk dari sensor EEG.
- **Integrasi dengan Teknologi Hologram 3D:** Basis data harus mampu mengintegrasikan data EEG dengan sistem hologram 3D dengan cepat dan efisien, memungkinkan visualisasi dan analisis data otak secara simultan.⁵

Integrasi dengan TMS

Data dari sesi TMS juga perlu disimpan dan dikelola dalam sistem database yang sama dengan data EEG untuk analisis yang komprehensif.

- **Data Multi-Modal:** Integrasi data EEG dan TMS memungkinkan analisis interaksi antara stimulasi magnetik dengan aktivitas otak yang direkam, memberikan wawasan yang lebih dalam tentang pengaruh terapi TMS pada kesehatan mental.
- **Konsistensi dan Integritas:** Sistem database harus menjaga konsistensi dan integritas data antara sesi EEG dan TMS, memastikan data yang digunakan untuk analisis valid dan akurat.

KESIMPULAN

Teknologi EEG dan TMS telah terbukti bermanfaat dalam pemantauan dan analisis kesehatan mental, dengan interpolasi data EEG menjadi kunci untuk meningkatkan akurasi informasi yang diperoleh. Selain itu, pemanfaatan big data dalam analisis skala besar dan prediksi risiko kesehatan mental memberikan potensi besar untuk memahami lebih dalam kondisi kesehatan mental seseorang. Namun, untuk mendukung penggunaan teknologi ini secara efektif, diperlukan sistem database yang efisien dan aman untuk menyimpan dan mengelola data EEG dan TMS. Integrasi data EEG dan TMS menjadi hal yang sangat penting dalam upaya untuk melakukan analisis kesehatan mental secara komprehensif. Dengan menggabungkan informasi dari kedua teknologi ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih holistik tentang kondisi kesehatan mental seseorang, sehingga memungkinkan untuk merancang intervensi yang lebih tepat dan efektif. Selain itu, teknologi 3D hologram juga memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan diagnosis dan pengobatan gangguan kesehatan mental. Dengan kemampuannya untuk menciptakan representasi visual yang realistis dari data kesehatan mental, teknologi ini dapat membantu para profesional kesehatan dalam memahami kondisi pasien dengan lebih baik, serta memfasilitasi komunikasi yang lebih efektif antara pasien dan tim perawatan.

Secara keseluruhan, integrasi teknologi 3D hologram, EEG, TMS, dan big data dalam diagnosis dan pengobatan gangguan kesehatan mental membuka peluang baru untuk perawatan yang lebih personalisasi dan efektif. Dengan pendekatan yang terintegrasi dan komprehensif, diharapkan dapat memperbaiki proses diagnostik, meningkatkan efektivitas intervensi, dan mengelola basis data kesehatan mental dengan lebih baik, sehingga memberikan manfaat yang lebih besar bagi individu yang mengalami gangguan kesehatan mental.

DAFTAR PUSTAKA

Mutanen, T., Nieminen, J. O. & Ilmoniemi, R. J. TMS-evoked changes in brain-state dynamics quantified by using EEG data. *Front. Hum. Neurosci.* 1–7 (2013)
doi:10.3389/fnhum.2013.00155.

Ambor, T. I. J., Uhasz, G. A. J. & Szlari, D. A. N. N. O. R. A. E. Menuju pengobatan antidepresi yang dipersonalisasi berdasarkan “ data besar ”: tinjauan terkini tentang faktor- faktor kuat yang mempengaruhi respons pengobatan. 17–28 (2022).

Petrichella, S. *et al.* Channel interpolation in TMS-EEG: A quantitative study towards an accurate topographical representation. *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBS 2016-October*, 989–992 (2016).

Fillah, M. I. A. & Kembaren, L. Perbaikan Skor Self Reporting Questionnaire (SRQ 29) pada Pasien Gangguan Jiwa yang Melakukan Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) dan Neurofeedback. *Malahayati Nurs. J.* **5**, 469–479 (2023).

Hakim, D. N., Ramadan, F. & Cahyono, Y. I. Studi Pemanfaatan Big Data dalam Perumusan Kebijakan Publik pada Sektor Kesehatan. *SPECTA J. Technol.* **5**, 308–322 (2021).