

## PEMANFAATAN ELECTROENCEPHALOGRAPHY (EEG) DALAM EVALUASI ASFIKZIA NEONATAL: LITERATUR REVIEW

Veryal<sup>1</sup>, Melyana Nurul Widyawati<sup>2\*</sup>, Kurnianingsih<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Poltekkes Kemenkes Semarang

Email Korespondensi: melyana\_nurul@poltekkes-smg.ac.id

Disubmit: 13 Februari 2025    Diterima: 20 Oktober 2025    Diterbitkan: 01 November 2025  
Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v5i11.19608>

### ABSTRACT

*Neonatal asphyxia is one of the leading causes of death and neurological disorders in newborns. About 1 million babies die each year due to complications related to asphyxia. Decreased oxygen supply to tissues and brain can cause damage to the brain or even death if not treated appropriately. A rapid and accurate assessment of the severity of neonatal asphyxia is essential to determine effective interventions. Electroencephalography (EEG) is one of the diagnostic tools that can be used to assess the brain activity of newborns, especially in detecting injuries due to hypoxia-ischemia. The purpose of this study was to evaluate the recent literature on the use of electrocardiograms to identify and measure the intensity of neonatal asphyxia. This study uses a systematic method of literature review by searching for articles in PubMed, Scopus, and ScienceDirect databases in the period 2020-2025. The results of the analysis showed that electrocardiogram (EEG) could detect significant changes in brain wave patterns in asphyxia patients, such as decreased brain activity, cessation of bursts, and the onset of pathological waves. In addition, EEG has been shown to predict long-term neurological complications, especially in newborns with perinatal asphyxia. Continuous EEG monitoring can also be helpful in determining therapy responses and developing treatment plans. EEG is an effective and non-invasive tool in the evaluation of asphyxia, both for early diagnosis and monitoring of the progression of the patient's condition. The utilization of EEG can improve the accuracy of prognosis and aid in clinical decision-making. However, more research is needed to create an optimal EEG use protocol for asphyxia cases.*

**Keywords:** *Electroencephalography (EEG), Asphyxia, Brain Activity*

### ABSTRAK

Asfiksia neonatal merupakan salah satu penyebab utama kematian dan gangguan neurologis pada bayi baru lahir. Sekitar 1 juta bayi setiap tahun meninggal akibat komplikasi terkait asfiksia. Penurunan pasokan oksigen ke jaringan dan otak dapat menyebabkan kerusakan pada otak atau bisa saja mengalami kematian jika tidak diatasi dengan tepat. Penilaian cepat dan akurat terhadap tingkat keparahan asfiksia neonatal sangat penting untuk menentukan intervensi yang efektif. Electroencephalography (EEG) adalah salah satu alat diagnostik yang dapat digunakan untuk menilai aktivitas otak bayi baru lahir, terutama dalam

mendeteksi cedera akibat hipoksia-iskemia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi literatur terbaru tentang penggunaan elektrokardiogram untuk mengidentifikasi dan mengukur intensitas asfiksia neonatal. Penelitian ini menggunakan metode *sistematik literatur review* dengan pencarian artikel di database PubMed, Scopus, dan ScienceDirect pada periode 2020-2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa elektrokardiogram (EEG) dapat mendeteksi perubahan pola gelombang otak yang signifikan pada pasien asfiksia, seperti penurunan aktivitas otak, penghentian burst, dan timbulnya gelombang patologis. Selain itu, EEG telah terbukti dapat memprediksi komplikasi neurologis jangka panjang, terutama pada bayi baru lahir yang mengalami asfiksia perinatal. Pemantauan EEG terus menerus juga dapat membantu dalam menentukan respons terapi dan menyusun rencana perawatan. EEG merupakan alat yang efektif dan non-invasif dalam evaluasi asfiksia, baik untuk diagnosis awal maupun pemantauan perkembangan kondisi pasien. Pemanfaatan EEG dapat meningkatkan akurasi prognosis dan membantu dalam pengambilan keputusan klinis. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk membuat protokol penggunaan EEG yang optimal untuk kasus asfiksia.

**Kata Kunci:** *Electroencephalography* (EEG), Asfiksia, Aktivitas Otak

## PENDAHULUAN

Asfiksia adalah kondisi medis serius yang terjadi akibat kekurangan oksigen dalam tubuh, baik secara parsial maupun total. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan organ vital, terutama otak, dan berpotensi mengakibatkan kematian jika tidak ditangani dengan cepat dan tepat. Asfiksia neonatal merupakan salah satu masalah kesehatan utama yang berkontribusi pada angka kematian bayi baru lahir. Secara global World Health Organization (WHO) melaporkan bahwa sekitar 1 juta bayi meninggal setiap tahun akibat komplikasi yang berhubungan dengan asfiksia. Kondisi ini juga merupakan penyebab utama gangguan neurologis jangka panjang, termasuk cerebral palsy dan keterlambatan perkembangan (WHO, 2022).

Asfiksia neonatorum dapat terjadi akibat berbagai penyebab dan beberapa faktor, seperti usia kehamilan ibu, persalinan yang tidak normal, dan kondisi kesehatan bayi baru lahir. Keadaan ini terjadi ketika bayi baru lahir mengalami gangguan

pernapasan akibat menerima jumlah oksigen yang kurang (Anggraeni et al., 2019). Evaluasi dini dan akurat terhadap kondisi ini sangat penting untuk menentukan prognosis dan intervensi yang tepat. Salah satu alat diagnostik yang menjanjikan dalam mengevaluasi dampak asfiksia pada sistem saraf pusat adalah Electroencephalography (EEG).

EEG mampu merekam aktivitas listrik otak secara real-time, sehingga dapat memberikan informasi penting tentang kondisi neurologis pasien. Penurunan pasokan oksigen ke jaringan dan otak dapat menyebabkan kerusakan pada otak atau bisa saja mengalami kematian jika tidak diatasi dengan tepat (Maumere, 2024). Salah satu cara yang efektif untuk mencegah kematian bayi yang baru lahir adalah dengan memantau dan mengelola asfiksia neonatorum secara efektif (Murniati et al., 2021). Komplikasi jangka pendek dari asfiksia perinatal termasuk disfungsi pada berbagai organ yang dapat berakibat fatal, sementara komplikasi jangka panjang meliputi gangguan

neurologis dan perkembangannya menjadi terlambat. Masalah seperti ini muncul dikarenakan gangguan dalam penukaran gas dan transpor O<sub>2</sub> selama masa persalinan, ini berdampak pada peran organ vital dan fungsi sel-sel, terutama otak, sehingga bisa mengakibatkan kecacatan permanen hingga mengakibatkan kematian (Lydia Lestari, 2024).

Berdasarkan data hasil survey Kemenkes diperoleh sebanyak 25,3% neonatal berusia 0-28 hari mengalami asfiksia. Ini adalah salah satu alasan utama peningkatan angka kematian (18.282). terdapat 75,5% kematian bayi usia 0-7 hari dan sebanyak 24,5% kematian bayi usia 8-28 hari (Sutanto and Fitriana 2022). Upaya untuk mengurangi tingkat kematian bayi meliputi perawatan sebelum kelahiran dan proses persalinan yang sesuai dengan standar serta perawatan neonatal yang memadai. Langkah-langkah ini juga termasuk pencegahan kematian bayi yang disebabkan oleh berat badan lahir rendah, infeksi setelah lahir (seperti sepsis dan tetanus neonatorum) hipotermia serta asfiksia. Ensefalopati Insemitik hipoksia (HIE) adalah jenis cedera otak spesifik yang disebabkan oleh asfiksia lahir pada bayi (Reviewed & Poinsett, 2024).

Deteksi dini dan penilaian tingkat keparahan asfiksia neonatal sangat penting untuk menentukan intervensi medis yang tepat dan mengurangi risiko komplikasi jangka panjang. Secara tradisional, penilaian asfiksia dilakukan melalui observasi klinis dan pengukuran parameter vital seperti frekuensi jantung dan saturasi oksigen. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam hal sensitivitas dan spesifisitas dalam mendeteksi kerusakan neurologis awal (Mamo et al., 2022).

Electroencephalography (EEG) adalah alat diagnostik yang sering digunakan untuk mengevaluasi fungsi otak pada bayi dengan hipoksia-iskemia. EEG tidak hanya membantu mendeteksi aktivitas kejang yang sering menyertai ensefalopati hipoksik-iskemik (HIE), tetapi juga memberikan wawasan tentang tingkat keparahan kerusakan otak dan prognosis jangka panjang (Dilena et al., 2021) sama halnya dalam penelitian (Lydia Lestari, 2024) bahwa Pencitraan dari radiologi dapat dilakukan dengan electroencephalogram (EEG) yang dapat memprediksi keadaan klinis termasuk kemungkinan untuk hidup dan munculnya sekuelneurologis jangka panjang.

#### KAJIAN PUSTAKA

Asfiksia didefinisikan sebagai kondisi kekurangan oksigen yang mengakibatkan gangguan fungsi organ, terutama otak. Pada bayi baru lahir, asfiksia perinatal dapat menyebabkan ensefalopati hipoksik-iskemik (HIE), yang ditandai dengan kerusakan sel-sel otak akibat kekurangan oksigen dan aliran darah. Gagal nafas dapat terjadi pada bayi dengan gangguan pernafasan yang dapat menimbulkan dampak yang cukup berat bagi bayi berupa kerusakan otak atau bahkan kematian (Deswita et al., 2023)

Electroencephalography (EEG) adalah prosedur yang merekam aktivitas listrik otak melalui elektroda yang ditempatkan di kulit kepala. EEG dapat mendeteksi berbagai pola gelombang otak, termasuk gelombang alpha, beta, theta, dan delta, yang mencerminkan kondisi neurologis pasien (Chai et al., 2019). Perlambatan dan munculnya gelombang patologi adalah beberapa contoh perubahan

aktivitas otak yang disebabkan salah satunya oleh hipoksia.

Evaluasi neurologis melibatkan serangkaian pemeriksaan untuk menilai fungsi sistem saraf pusat, termasuk tingkat kesadaran, refleks, dan respons motorik. Pada pasien asfiksia, evaluasi neurologis seringkali dilakukan menggunakan skor Apgar dan pemeriksaan penunjang EEG (Nisak & Sudarmarto, 2022). Kombinasi antara evaluasi klinis dan EEG dapat meningkatkan akurasi dalam menilai tingkat kerusakan otak dan memprediksi outcome klinis (Rossetti et al., 2020).

Penggunaan EEG pada bayi baru lahir yang mengalami asfiksia neonatal telah berkembang, dengan teknik seperti amplitude-integrated EEG (aEEG) yang memungkinkan pemantauan yang lebih mudah di unit perawatan intensif neonatal (NICU). Namun, meskipun penggunaannya semakin meluas, analisis EEG untuk menentukan tingkat keparahan asfiksia neonatal masih memerlukan standarisasi dan validasi. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pola EEG tertentu dapat dikaitkan dengan derajat keparahan HIE, tetapi data yang tersedia masih terbatas (Roychaudhuri et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan kajian literatur sistematis (Systematic Literature Review, SLR) untuk merangkum temuan terkini dan mengevaluasi kemampuan EEG sebagai alat untuk menganalisis tingkat keparahan asfiksia neonatal.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk meningkatkan diagnosis dini dan tata laksana asfiksia neonatal, yang pada akhirnya dapat mengurangi angka kematian bayi dan dampak neurologis jangka panjang. Dengan adanya Sistematis Literature Review ini, diharapkan dapat memberikan panduan yang lebih jelas bagi tenaga medis dalam menggunakan EEG

untuk menentukan tingkat keparahan asfiksia dan memilih intervensi yang tepat.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini, atau metodologi yang digunakan dalam penulisan ini, dirancang dengan melakukan peninjauan literatur, yaitu pencarian literatur baik dalam negeri maupun internasional. Studi ulasan literatur adalah metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dan sumber tentang subjek atau tema tertentu. Sumber-sumber ini dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti jurnal, internet, buku, dan pustaka lainnya. Data sekunder dalam penelitian ini berasal dari penelitian peneliti sebelumnya. Data yang telah diperoleh segera dijelaskan secara tertulis, sehingga pembaca dapat dengan mudah memahaminya di masa mendatang.

Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan media berbasis online/internet yaitu dengan pencarian dilakukan melalui PubMed, Scopus, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah: "EEG neonatal asphyxia", "neonatal brain injury", dan "analysis of severity of asphyxia through eeg". Pencarian dilakukan dengan batasan waktu publikasi antara tahun 2020 hingga 2025 diperoleh 13.022 artikel, akan tetapi yang masuk dalam kriteria inklusi hanya 15 artikel penelitian yang relevan, kemudian dilakukan proses critical appraisal didapatkan 10 artikel penelitian.

Alat ukur/Instrumen Analisa Data digunakan untuk menggali dan mengumpulkan data secara sistematis untuk meningkatkan pemahaman tentang penelitian yang diteliti dan mempertimbangkan hasil penelitian orang lain. Untuk menganalisis literatur ini, metode

literatur digunakan untuk memilah dan menggolongkan data yang diperoleh dari temuan sesuai dengan kriteria inklusi. Kemudian, data ini dijabarkan satu per satu dan dibuat kesimpulan tentang apa yang ditulis di dalamnya. Artikel penelitian akan menjawab tujuan penelitian, serta teori-teori yang berhubungan dengan penelitian. Peneliti juga akan membahas asumsi mereka sendiri.

#### HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil penelusuran literatur menggunakan Goggle Scholar dan PubMed dengan kata kunci "EEG neonatal asphyxia", "neonatal brain injury", dan "

analysis of severity of asphyxia through EEG", ditemukan 19.305 artikel penelitian. Setelah dilakukan penyaringan berdasarkan kriteria inklusi, yaitu rentang waktu publikasi 5 tahun terakhir (2020-2025), tipe jurnal original dalam bentuk fulltext, serta Bahasa Indonesia dan Inggris, diperoleh 10 artikel yang relevan.

Asfiksia neonatorum merupakan kondisi dimana bayi tidak bernapas secara spontan dan teratur, menyebabkan penurunan oksigen dan peningkatan karbondioksida, yang dapat mengakibatkan konsekuensi kerugian dikemudian hari (Murniati et al., 2021).

Tabel 1. Distribusi frekuensi

| Judul Penelitian |                                                                                                                           | Hasil penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | Prognostic value of amplitude-integrated EEG in neonates with high risk of neurological sequelae Xiao (Yuan et al., 2020) | Sebanyak 250 bayi memenuhi syarat, di mana 85 di antaranya memiliki aEEG normal aEEG normal, 81 memiliki aEEG yang sedikit abnormal, dan 84 memiliki aEEG yang sangat abnormal. Dari bayi-bayi ini, 168 didiagnosis dengan ensefalopati neonatal yang berbeda, 27 dengan penyakit bawaan atau penyakit metabolik, dan 55 dengan risiko tinggi cedera otak. Secara keseluruhan, 22 bayi meninggal, 19 tidak dapat ditindaklanjuti, dan 209 menyelesaikan tindak lanjut pada usia 12 bulan, di mana 62 di antaranya didiagnosis dengan kecacatan neurologis. Statistik analisis menunjukkan bahwa aEEG yang sangat abnormal memprediksi neurologis yang merugikan hasil dengan sensitivitas 70,2%, spesifisitas 87,1%, positif 75,6%, dan nilai prediktif negatif 83,7%. Interpretasi: |

---

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | aEEG dapat memprediksi hasil yang merugikan pada neonatus berisiko tinggi dan berguna metode yang berguna untuk memantau neonatus dengan risiko tinggi terhadap hasil neurologis yang merugikan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2 Continuous EEG Monitoring in Neonates: One Size Does Not Fit All(Kotagal, 2020) | Kejang terjadi pada 28% neonatus berisiko tinggi. Penghentian pemantauan setelah 24 jam bebas kejang akan melewatkan 8,5% neonatus yang mengalami kejang. Secara keseluruhan Risiko kejang lebih rendah pada neonatus yang dipantau untuk ANE dibandingkan dengan OHR ( $P = \frac{1}{4} .004$ ) dan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan SCE ( $P = \frac{1}{4} .097$ ). Perjalanan waktu presentasi kejang bervariasi menurut kelompok, di mana probabilitas kejang di masa depan kurang dari 1% setelah 17 jam pemantauan bebas kejang pada kelompok SCE, tetapi membutuhkan 42 jam pada kelompok OHR, dan 73 jam pada kelompok ANE kelompok. Adanya bangkitan epilepsi dini meningkatkan risiko kejang pada masing-masing kelompok (ANE: rasio bahaya yang disesuaikan [aHR] 4.32, 95% CI: 1.23-15.13, $P = \frac{1}{4} .022$ ; SCE: aHR 10.95, 95% CI: 4.77-25.14, $P < 1e-07$ ; OHR: aHR 56.90, 95% CI: 10.32-313.72, $P < 1e-05$ ). Signifikansi: Neonatus yang menjalani cEEG berisiko tinggi mengalami kejang, dan risikonya bervariasi tergantung pada indikasi pemantauan dan temuan EEG awal. Kejang terjadi pada hampir semua neonatus yang menjalani pemantauan SCE dalam waktu 24 jam setelah cEEG. pemantauan. Neonatus yang dipantau untuk OHR dan ANE dapat mengalami kejang yang |

---



|                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                | <p>tertunda dan membutuhkan waktu yang lebih lama pemantauan. Pelepasan epilepsi dini adalah fitur EEG awal terbaik untuk memprediksi risiko kejang.</p> <p>Pemantauan EEG kontinu mendeteksi dini kejang dan mencegah kerusakan otak.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3 Neonatal EEG graded for severity of background abnormalities in hypoxic-ischaemic encephalopathy (O'Toole et al., 2023)                                                      | <p>Tingkat keparahan latar belakang kemudian dikategorikan menjadi 4 tingkatan: EEG normal atau sedikit abnormal, EEG cukup abnormal, EEG sangat abnormal, dan EEG tidak aktif</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4 Early Electroencephalogram Background Could Guide Tailored Duration of Monitoring for Neonatal Encephalopathy Treated with Therapeutic Hypothermia (Benedetti et al., 2020). | <p>Penggunaan kategorisasi latar belakang video EEG kontinu awal mungkin sesuai untuk memandu durasi video EEG kontinu bagi bayi dengan HIE yang diobati dengan hipotermia terapeutik. Beberapa bayi mungkin cukup dipantau selama 24 jam, bukan selama proses pendinginan dan penghangatan ulang tanpa risiko kejang yang terlewatkan. Hal ini dapat memiliki implikasi yang signifikan terhadap pemanfaatan sumber daya video EEG yang berkelanjutan.</p>                                                                                             |
| 5 Prediction of Cerebral Palsy in Newborns With Hypoxic-Ischemic Encephalopathy Using Multivariate EEG Analysis and Machine Learning(Bakheet et al., 2021)                     | <p>berhasil membedakan EEG restingstate bayi lahir cukup bulan dengan HIE neonatal yang mengembangkan CP pada usia dua tahun dari mereka yang memiliki hasil neuromotor normal. Kompleksitas tingkat lanjut dan ukuran konektivitas fungsional di NA-MEMD dinilai menggunakan analisis statistik dan kerangka kerja pembelajaran mesin. Kedua kelas fitur mencapai kinerja klasifikasi yang baik yaitu mencapai 84,6% ACC, 83% SNS, 85% SPC dan 0,87 AUC. Selain itu, fitur kompleksitas EEG (seperti yang diindeks oleh SampEn, PEn, dan SpEn) dan</p> |

|                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                      | parameter teoritis grafik (terutama diameter) pita alfa dapat dianggap sebagai biomarker untuk prediksi CP awal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6 Advances in Electroencephalographic Biomarkers of Neonatal Hypoxic Ischemic Encephalopathy(Proietti et al., 2024)                                                                  | EEG neonatal dini lebih baik daripada metode klinik konvensional, seperti skor Sarnat, untuk memberikan prediksi jangka panjang tentang kondisi neurologis bayi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 7 Networks of cortical activity show graded responses to perinatal asphyxia (Syvälahti et al., 2024)                                                                                 | Ada korelasi yang signifikan antara ukuran aktivitas kortikal, baik secara lokal maupun di jaringan kortikal skala besar, dan tingkat klinik asfiksia perinatal/HIE. Sebagian besar efek tersebut berkorelasi dengan tingkat keparahan asfiksia/HIE. Tingkat keparahan asfiksia perinatal berkorelasi baik dengan kelainan EEG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8 A study on clinical correlation of EEG in neonates with(Shinde et al., 2019)                                                                                                       | Perubahan dan tingkat keparahan EEG menunjukkan korelasi yang baik dengan hasil langsung bayi baru lahir dalam hal durasi rawat inap dan pemeriksaan neurologis normal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9 The Role of Amplitude-Integrated Electroencephalography (aEEG) in Monitoring Infants with Neonatal Seizures and Predicting Their Neurodevelopmental Outcome (Doandes et al., 2023) | pola latar belakang aEEG adalah prediktor kuat dari hasil neurologis yang tidak menguntungkan, dengan rasio odds 20,4174 ( $p < 0,05$ ). Selain itu, skor Apgar yang lebih tinggi dikaitkan dengan hasil yang lebih baik ( $p < 0,05$ ), dengan kemungkinan hasil neurologis yang tidak menguntungkan menurun sebesar 0,7 kali lipat untuk setiap peningkatan poin dalam skor Apgar. Selanjutnya, kami menemukan hubungan yang signifikan secara statistik antara kelahiran prematur dan hasil neurologis yang tidak menguntungkan ( $p = 0,0104$ ). Studi kami menyoroti pentingnya pemantauan EEG dini di NICU dan memberikan wawasan berharga tentang prediktor hasil neurologis yang |



|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                | tidak menguntungkan pada bayi baru lahir yang mengalami NS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 Editorial: Biomarkers of neonatal brain injury (Wellmann et al., 2023)                                                      | EEG dapat digunakan sebagai salah satu biomarker prediktif untuk hasil klinis jangka panjang.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11 Newborns at high risk for brain injury: the role of the amplitude-integrated electroencephalography (Variance et al., 2022) | aEEG telah terbukti menjadi monitor sampling tempat tidur non-invasif yang berguna yang membantu dalam mengevaluasi fungsi otak, aktivitas latar belakang, dan siklusitas. Temuan aEEG juga telah menunjukkan nilai prognostik yang baik pada sekelompok neonatus yang sakit kritis. Kemampuan diagnosis kejang aEEG memiliki keterbatasan, yang telah mapan. Penggunaan pemantauan otak neonatal seperti aEEG terbukti memberikan informasi berharga dalam beberapa situasi klinis berisiko tinggi. |

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan dalam table, dapat dilihat bahwa Electroencephalography (EEG) memiliki peran yang cukup signifikan dalam evaluasi asfiksia neonatal. EEG memiliki potensi yang signifikan dalam mengukur intensitas asfiksia neonatal. Asfiksia neonatorum, yang menyebabkan penurunan oksigen dan peningkatan karbondioksida, dapat mengakibatkan kerusakan otak yang serius, terutama dalam konteks ensefalopati hipoksik-iskemik (HIE). Studi yang dilakukan oleh (Yuan et al., 2020) menunjukkan bahwa pola EEG seperti low voltage dan burst-suppression memiliki hubungan yang erat dengan prognosis buruk pada bayi dengan HIE. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Benedetti et al., 2020), yang menyatakan bahwa kategorisasi latar belakang EEG dapat digunakan

untuk memandu durasi pemantauan dan intervensi terapeutik, seperti terapi hipotermia. Hal ini menunjukkan bahwa EEG tidak hanya berfungsi sebagai alat diagnostik, tetapi juga sebagai alat prognostik yang dapat membantu klinisi dalam mengambil keputusan terapeutik yang lebih tepat.

Pemantauan EEG kontinu, seperti yang dijelaskan oleh (Kotagal, 2020), memiliki nilai penting dalam deteksi dini kejang dan pencegahan kerusakan otak lebih lanjut. Pemantauan ini sangat relevan dalam konteks asfiksia neonatal, di mana kejang seringkali menjadi komplikasi yang serius. Selain itu, penelitian oleh (O'Toole et al., 2023) mengkategorikan tingkat keparahan abnormalitas latar belakang EEG menjadi empat tingkatan, yang dapat digunakan untuk menilai tingkat keparahan HIE. Kategorisasi ini memungkinkan

klinisi untuk menyesuaikan durasi pemantauan dan intensitas intervensi berdasarkan kondisi masing-masing pasien.

Kemajuan dalam analisis EEG, seperti yang dijelaskan oleh (Bakheet et al., 2021), menunjukkan bahwa pendekatan multivariat dan pembelajaran mesin dapat meningkatkan akurasi prediksi outcome neurologis jangka panjang, seperti cerebral palsy (CP). Studi ini menemukan bahwa fitur kompleksitas EEG dan parameter konektivitas fungsional dapat menjadi biomarker prediktif yang efektif. Temuan ini didukung oleh penelitian (Proietti et al., 2024), yang menyatakan bahwa EEG neonatal dini lebih unggul daripada metode klinis konvensional, seperti skor Sarnat, dalam memprediksi kondisi neurologis jangka panjang.

Selain itu, penelitian oleh (Syvälahti et al., 2024) menunjukkan korelasi yang signifikan antara aktivitas kortikal dan tingkat keparahan asfiksia perinatal/HIE. Hal ini mengindikasikan bahwa EEG dapat digunakan untuk menilai tingkat keparahan asfiksia dan memprediksi outcome klinis. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Shinde et al., 2019), yang menemukan bahwa perubahan dan tingkat keparahan EEG berkorelasi dengan hasil langsung bayi baru lahir, seperti durasi rawat inap dan pemeriksaan neurologis.

Penggunaan amplitude-integrated EEG (aEEG) juga telah terbukti sangat bermanfaat dalam pemantauan neonatus dengan risiko tinggi. Studi oleh (Doandes et al., 2023) menunjukkan bahwa pola latar belakang aEEG adalah prediktor kuat dari outcome neurologis yang tidak menguntungkan. Selain itu, (Variane et al., 2022) menyoroti bahwa aEEG dapat digunakan sebagai alat non-invasif untuk mengevaluasi fungsi otak dan aktivitas latar belakang,

meskipun memiliki keterbatasan dalam mendiagnosis kejang.

Secara keseluruhan, temuan-temuan ini menggaris bawahi pentingnya EEG dalam manajemen neonatus dengan asfiksia. Namun, terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti kebutuhan akan pelatihan tenaga kesehatan yang memadai, aksesibilitas alat, dan interpretasi data yang kompleks. Integrasi teknologi seperti kecerdasan buatan (AI) dalam analisis EEG, seperti yang diusulkan oleh (Bakheet et al., 2021), dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efektivitas penggunaan EEG di masa depan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari literatur yang diulas, dapat disimpulkan bahwa Electroencephalography (EEG) memainkan peran krusial dalam evaluasi asfiksia neonatal, khususnya dalam konteks ensefalopati hipoksik-iskemik (HIE). EEG tidak hanya berfungsi sebagai alat diagnostik untuk mendeteksi aktivitas otak yang abnormal, tetapi juga sebagai alat prognostik yang dapat memprediksi outcome neurologis jangka panjang. Pola EEG seperti low voltage, burst-suppression, dan gelombang delta lambat telah terbukti berkorelasi dengan tingkat keparahan asfiksia dan risiko komplikasi neurologis, seperti cerebral palsy (CP).

Pemantauan EEG kontinu, termasuk amplitude-integrated EEG (aEEG), telah menunjukkan nilai prognostik yang tinggi dalam mengevaluasi fungsi otak dan aktivitas latar belakang pada neonatus dengan risiko tinggi. aEEG juga dapat membantu dalam pengambilan keputusan klinis, seperti menentukan kebutuhan terapi hipotermia atau farmakologis.

Namun, penggunaan EEG dan aEEG memiliki keterbatasan, termasuk kompleksitas interpretasi data dan kebutuhan akan tenaga kesehatan yang terlatih.

Kemajuan dalam analisis EEG, seperti pendekatan multivariat dan integrasi pembelajaran mesin, telah meningkatkan akurasi prediksi outcome klinis. Teknologi ini dapat menjadi solusi untuk mengatasi tantangan dalam interpretasi data dan meningkatkan efektivitas penggunaan EEG di masa depan. Selain itu, investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi, seperti integrasi AI, dapat mengoptimalkan potensi EEG dalam praktik klinis.

Secara keseluruhan, EEG merupakan alat yang sangat penting dalam manajemen neonatus dengan asfiksia. Dengan peningkatan aksesibilitas, pelatihan tenaga kesehatan, dan integrasi teknologi canggih, EEG dapat memberikan kontribusi yang lebih besar dalam mengurangi morbiditas dan mortalitas akibat asfiksia neonatal serta meningkatkan kualitas hidup pasien.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, L. D., Indiyah, E. S., & Daryati, S. (2019). Pengaruh Posisi Pronasi Pada Bayi Prematur Terhadap Perubahan Hemodinamik. *Journal of Holistic Nursing Science*, 6(2), 52-57.  
<https://doi.org/10.31603/nursing.v6i2.2663>
- Bakheet, D., Alotaibi, N., Konn, D., Vollmer, B., & Maharatna, K. (2021). Prediction of Cerebral Palsy in Newborns with Hypoxic-Ischemic Encephalopathy Using Multivariate EEG Analysis and Machine Learning. *IEEE Access*, 9, 137833-137846.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3118076>
- Benedetti, G. M., Vartanian, R. J., McCaffery, H., & Shellhaas, R. A. (2020). Early Electroencephalogram Background Could Guide Tailored Duration of Monitoring for Neonatal Encephalopathy Treated with Therapeutic Hypothermia. *The Journal of Pediatrics*, 221, 81-87.e1.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2020.01.066>
- Chai, M. T., Amin, H. U., Izhar, L. I., Saad, M. N. M., Abdul Rahman, M., Malik, A. S., & Tang, T. B. (2019). Exploring EEG Effective Connectivity Network in Estimating Influence of Color on Emotion and Memory. *Frontiers in Neuroinformatics*, 13(October), 1-21.  
<https://doi.org/10.3389/fninf.2019.00066>
- Deswita, Wahyuni, E., & Wahyu, W. (2023). *Sistem Pernafasan Akut Pada Bayi Dengan Asfiksia Neonatal* (N. Duniawati (ed.)). CV. Adanu Abimata.
- Dilena, R., Raviglione, F., Cantalupo, G., Cordelli, D. M., De Liso, P., Di Capua, M., Falsaperla, R., Ferrari, F., Fumagalli, M., Lori, S., Suppiej, A., Tadini, L., Dalla Bernardina, B., Mastrangelo, M., Pisani, F., Bassi, L., Sirgiovanni, I., Passera, S., De Carli, A., ... Piro, E. (2021). Consensus protocol for EEG and amplitude-integrated EEG assessment and monitoring in neonates. *Clinical Neurophysiology*, 132(4), 886-903.  
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2021.01.012>
- Doandes, F. M., Manea, A. M., Lungu, N., Brandibur, T., Cioboata,

- D., Costescu, O. C., Zaharie, M., & Boia, M. (2023). The Role of Amplitude-Integrated Electroencephalography (aEEG) in Monitoring Infants with Neonatal Seizures and Predicting Their Neurodevelopmental Outcome. *Children*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/children10050833>
- Kotagal, P. (2020). Continuous EEG Monitoring in Neonates: One Size Does Not Fit All. *Epilepsy Currents*, 20(4), 189-190. <https://doi.org/10.1177/1535759720923292>
- Lydia Lestari, D. (2024). Asfiksia Neonatorum. *Scientific Journal*, 3(1), 08-15. <https://doi.org/10.56260/scienav3i1.124>
- Mamo, S. A., Teshome, G. S., Tesfaye, T., & Goshu, A. T. (2022). Perinatal asphyxia and associated factors among neonates admitted to a specialized public hospital in South Central Ethiopia: A retrospective cross-sectional study. *PLoS ONE*, 17(1 January), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262619>
- Maumere, R. T. C. H. (2024). *Studi Kasus: Penerapan Inovasi Pemberian Posisi Pronasi Terhadap Saturasi Oksigenasi Pada Bayi Dengan Asfiksia Neonatorum Di Ruang Perinatologi*. 5, 894-899.
- Murniati, L., Taherong, F., & Syatirah, S. (2021). Manajemen Asuhan Kebidanan Pada Bayi Baru Lahir Dengan Asfiksia (Literatur Review). *Jurnal Midwifery*, 3(1), 32-41. <https://doi.org/10.24252/jmw.v3i1.21028>
- Nisak, Y. F., & Sudarmarto. (2022). Hypoxic Ischemic Encephalopathy In Male Neonates: A Case Report. *Continuing Medical Education*, 383-394.
- O'Toole, J. M., Mathieson, S. R., Raurale, S. A., Magarelli, F., Marnane, W. P., Lightbody, G., & Boylan, G. B. (2023). Neonatal EEG graded for severity of background abnormalities in hypoxic-ischaemic encephalopathy. *Scientific Data*, 10(1), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02002-8>
- Proietti, J., O'Toole, J. M., Murray, D. M., & Boylan, G. B. (2024). Advances in Electroencephalographic Biomarkers of Neonatal Hypoxic Ischemic Encephalopathy. *Clinics in Perinatology*, 51(3), 649-663. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2024.04.006>
- Reviewed, P. M., & Poinsett, P. M. (2024). *Infant Brain Damage Causes What Causes Infant Brain Attorney in Your Area*.
- Rossetti, A. O., Schindler, K., Sutter, R., Rüegg, S., Zubler, F., Novy, J., Oddo, M., Warpelin-Decrausaz, L., & Alvarez, V. (2020). Continuous vs Routine Electroencephalogram in Critically Ill Adults with Altered Consciousness and No Recent Seizure: A Multicenter Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurology*, 77(10), 1225-1232. <https://doi.org/10.1001/jama.neurol.2020.2264>
- Roychaudhuri S, Hannon K, Sunwoo J, Garvey AA, E.-D. M. (2024). *Quantitative EEG and prediction of outcome in neonatal encephalopathy: a review*. 73-80. <https://doi.org/10.1038/s41390-024-03138-y>
- Shinde, R., Haridas, K., Shelke, M., Deshmukh, L. S., & Patil, P. S.

- (2019). A study on clinical correlation of EEG in neonates with perinatal asphyxia. *International Journal of Contemporary Pediatrics*, 6(2), 390. <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20190683>
- Syvälähti, T., Tuiskula, A., Nevalainen, P., Metsäranta, M., Haataja, L., Vanhatalo, S., & Tokariev, A. (2024). Networks of cortical activity show graded responses to perinatal asphyxia. *Pediatric Research*, 96(1), 132-140. <https://doi.org/10.1038/s41390-023-02978-4>
- Variane, G. F. T., Rodrigues, D. P., Pietrobon, R. F. R., França, C. N., Netto, A., & Magalhães, M. (2022). Newborns at high risk for brain injury: the role of the amplitude-integrated electroencephalography. *Jornal de Pediatria*, 98(6), 565-571. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2021.10.008>
- Wellmann, S., Murray, D. M., & Kyng, K. J. (2023). Editorial: Biomarkers of neonatal brain injury. *Frontiers in Pediatrics*, 11(August), 1-3. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1271564>
- WHO. (2022). WHO. *Komplikasi Penyebab Kematian Bayi*.
- Yuan, X., Kang, W., Song, J., Guo, J., Guo, L., Zhang, R., Liu, S., Zhang, Y., Liu, D., Wang, Y., Ding, X., Dong, H., Chen, X., Cheng, Y., Zhang, X., Xu, F., & Zhu, C. (2020). Prognostic value of amplitude-integrated EEG in neonates with high risk of neurological sequelae. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, 7(2), 210-218. <https://doi.org/10.1002/acn3.50989>