

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Lingkungan Fisik Sekolah dan Pembelajaran

Lingkungan fisik sekolah memegang peranan penting dalam menciptakan suasana belajar yang kondusif bagi siswa (N. Anggraini et al., 2024). Lingkungan fisik tidak hanya mencakup bangunan dan fasilitas yang ada di sekolah, tetapi juga mencakup berbagai elemen yang memengaruhi kenyamanan, keamanan, serta efektivitas proses pembelajaran. (Fernandes et al., 2023) Pembahasan mengenai lingkungan fisik sekolah menjadi penting dalam konteks penelitian ini karena lingkungan tersebut dapat memengaruhi aktivitas gelombang otak siswa yang berhubungan dengan konsentrasi, pemahaman, dan kinerja akademik (Nurasiah, 2016).

2.1.1. Definisi Lingkungan Fisik Sekolah

Lingkungan fisik sekolah merujuk pada semua elemen fisik yang ada di sekitar tempat belajar yang dapat memengaruhi proses pembelajaran siswa. Menurut (Feye Debele, 2016), lingkungan fisik adalah aspek-aspek yang mencakup ruang kelas, perabot, pencahayaan, penghawaan, serta elemen-elemen lain yang dapat memengaruhi kenyamanan siswa dalam belajar. Lingkungan fisik ini meliputi desain ruang belajar, kualitas udara, suhu ruangan, tingkat kebisingan, serta ketersediaan fasilitas pendukung yang memadai. (Dijkstra et al., 2006)

Definisi lain dari lingkungan fisik sekolah dikemukakan oleh Weinstein dan Mignano (2003) yang menyatakan bahwa lingkungan fisik sekolah merupakan seluruh aspek lingkungan yang bersifat fisik yang dapat memengaruhi perilaku dan kinerja siswa di kelas. Lingkungan fisik tersebut mencakup elemen-elemen seperti tata letak ruang, ventilasi, warna dinding, kebersihan, serta pengaturan furnitur (Barri, 2020).

Lingkungan fisik yang baik dan sesuai standar akan mendukung proses belajar mengajar yang efektif. Menurut (Krishna, 2021), lingkungan belajar yang positif dapat meningkatkan konsentrasi siswa, mengurangi stres, serta memotivasi mereka untuk belajar dengan lebih baik. Lingkungan yang nyaman dan aman akan menciptakan suasana belajar yang menyenangkan sehingga siswa dapat lebih fokus dalam menerima materi pembelajaran. (Pertiwi et al., 2022)

Dalam konteks pendidikan, lingkungan fisik sekolah dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu lingkungan fisik indoor dan outdoor. Lingkungan fisik indoor mencakup ruang kelas, laboratorium, perpustakaan, dan ruang-ruang lain di dalam bangunan sekolah. Sementara itu, lingkungan fisik outdoor mencakup area seperti taman, lapangan olahraga, dan ruang terbuka hijau yang dapat digunakan untuk kegiatan pembelajaran di luar ruangan. Kedua jenis lingkungan fisik ini memiliki peran penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang holistik bagi siswa (Gharaei et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh (Ihekoronye, 2020) menunjukkan bahwa elemen-elemen lingkungan fisik seperti pencahayaan alami, ventilasi yang baik, suhu yang nyaman, serta tata ruang yang ergonomis memiliki dampak langsung terhadap prestasi akademik siswa. Siswa yang belajar di lingkungan fisik yang mendukung cenderung memiliki performa kognitif yang lebih baik dibandingkan dengan mereka yang belajar di lingkungan yang tidak kondusif.

Selain itu, lingkungan fisik sekolah juga dapat memengaruhi aspek psikologis siswa (T. Anggraini et al., 2023). Lingkungan yang tertata dengan baik dan estetis dapat menciptakan suasana yang menyenangkan, mengurangi kecemasan, serta meningkatkan kesejahteraan psikologis siswa. Sebaliknya, lingkungan yang kurang terjaga kebersihannya atau terlalu bising dapat mengganggu proses belajar dan menyebabkan stres pada siswa.

Dalam penelitian ini, lingkungan fisik sekolah menjadi salah satu variabel penting yang akan dianalisis. Fokusnya adalah pada bagaimana lingkungan

fisik sekolah, baik indoor maupun outdoor, memengaruhi aktivitas gelombang otak siswa selama proses pembelajaran. Dengan memahami pengaruh tersebut, diharapkan dapat diperoleh rekomendasi desain lingkungan belajar yang lebih efektif dan ergonomis untuk meningkatkan kualitas pendidikan di sekolah.

3.1.1 Komponen Lingkungan Fisik: Indoor dan Outdoor

Lingkungan fisik sekolah tidak hanya terbatas pada struktur bangunan dan ruang kelas, tetapi juga mencakup faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan dan efektivitas proses pembelajaran. Keduanya, lingkungan fisik indoor (di dalam bangunan) dan outdoor (di luar bangunan), saling berinteraksi dan memberikan pengaruh terhadap aktivitas belajar siswa. Elemen-elemen dalam kedua jenis lingkungan ini, seperti desain ruang kelas, pencahayaan, penghawaan, furnitur, dan elemen estetika lainnya, memiliki dampak langsung terhadap kondisi psikologis dan kognitif siswa selama proses pembelajaran (Novitasari et al., 2022).

2.1.1.1. Desain Ruang Kelas

Desain ruang kelas adalah salah satu elemen penting dalam lingkungan fisik sekolah yang mempengaruhi proses pembelajaran. Menurut (Akdeniz, 2024), tata letak ruang kelas yang baik akan mendukung interaksi antara siswa dan guru, serta memberikan kesempatan bagi siswa untuk fokus pada materi pembelajaran. Desain ruang kelas mencakup pengaturan posisi meja dan kursi, penataan papan tulis, serta aliran sirkulasi udara dan cahaya.

Faktor ergonomis dalam desain ruang kelas juga memengaruhi kenyamanan fisik siswa. Ruang kelas yang dirancang dengan mempertimbangkan jarak pandang yang optimal, ruang gerak yang cukup, dan kenyamanan suhu akan meningkatkan efektivitas pembelajaran (Marlina & Annisa, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh menunjukkan bahwa ruang kelas yang didesain dengan baik, dengan penggunaan bahan yang dapat mengurangi suara bising dan menjaga

suhu yang stabil, dapat meningkatkan performa akademik siswa (Noperi & Triyuniar, 2022).

2.1.1.2. Pencahayaan dan Penghawaan

Pencahayaan dan penghawaan yang baik merupakan dua aspek penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang nyaman. Pencahayaan yang cukup, baik alami maupun buatan, memiliki dampak langsung terhadap konsentrasi dan kenyamanan siswa. Pencahayaan alami, seperti sinar matahari yang masuk melalui jendela, diketahui dapat meningkatkan energi dan mood siswa, serta mendukung proses belajar yang lebih efektif (Obralic & Jeghel, 2021). Sementara itu, pencahayaan buatan yang terlalu terang atau terlalu redup dapat menyebabkan kelelahan mata dan mengurangi kenyamanan siswa.

Selain pencahayaan, kualitas udara dalam ruang kelas juga penting untuk diperhatikan. Penghawaan yang baik, yang melibatkan aliran udara yang cukup dan pengaturan suhu yang nyaman, dapat meningkatkan fokus dan mengurangi stres siswa (Kapoor et al., 2021). Penelitian yang menunjukkan bahwa udara segar dan suhu ruangan yang nyaman dapat mengurangi rasa kantuk dan meningkatkan daya tahan siswa terhadap materi pembelajaran.

2.1.1.3. Furnitur dan Ergonomi

Furnitur yang digunakan di ruang kelas, seperti meja dan kursi, juga memegang peranan penting dalam kenyamanan dan produktivitas siswa. Pemilihan furnitur yang ergonomis, yang sesuai dengan ukuran tubuh siswa dan mendukung postur tubuh yang sehat, dapat mengurangi rasa lelah dan cedera akibat posisi duduk yang salah. Misalnya, kursi dengan penopang punggung yang baik dan meja yang dapat disesuaikan tinggi dan kemiringannya dapat meningkatkan kenyamanan siswa dalam mengikuti proses pembelajaran (Hapsari & Suyadi, 2022).

Ergonomi juga memengaruhi aktivitas gelombang otak siswa. Posisi duduk yang baik dapat mengurangi stres fisik dan meningkatkan fokus,

yang berujung pada peningkatan kinerja akademik. Sebaliknya, furnitur yang tidak ergonomis dapat menyebabkan ketidaknyamanan fisik yang dapat mengalihkan perhatian siswa dari materi yang diajarkan. Menurut penelitian oleh Hapsari, penggunaan furnitur yang ergonomis dapat meningkatkan konsentrasi siswa, sehingga mereka lebih fokus dalam menerima pembelajaran(Hapsari & Suyadi, 2022).

3.1.2 Dampak Lingkungan Fisik terhadap Proses Pembelajaran

Lingkungan fisik sekolah berperan sangat penting dalam menentukan kualitas proses pembelajaran. Penataan ruang yang baik dan elemen-elemen fisik yang mendukung kenyamanan siswa akan berdampak langsung pada efektivitas pembelajaran, baik dari segi konsentrasi, kenyamanan, maupun kesejahteraan psikologis siswa. Dampak ini bukan hanya terlihat dalam aspek fisik, tetapi juga dapat berpengaruh pada kondisi mental dan emosional siswa, yang pada gilirannya memengaruhi performa akademik mereka. Oleh karena itu, memahami dampak lingkungan fisik terhadap proses pembelajaran menjadi kunci dalam merancang lingkungan sekolah yang efektif dan mendukung perkembangan siswa secara menyeluruh.

2.1.1.4.Kenyamanan dan Konsentrasi

Kenyamanan dalam ruang belajar adalah faktor utama yang memengaruhi konsentrasi siswa selama proses pembelajaran. Lingkungan yang tidak nyaman, seperti suhu ruangan yang tidak sesuai, kebisingan yang mengganggu, atau pencahayaan yang buruk, dapat mengalihkan perhatian siswa dan menurunkan tingkat konsentrasi mereka. Sebaliknya, ruang kelas yang nyaman akan memungkinkan siswa untuk lebih fokus pada materi yang diajarkan, mengurangi gangguan, dan mempercepat pemahaman mereka terhadap pelajaran.

- Suhu dan Kualitas Udara

Suhu ruangan yang nyaman sangat mempengaruhi kenyamanan fisik siswa. Suhu yang terlalu panas atau terlalu dingin dapat menyebabkan siswa merasa tidak nyaman, yang dapat mengganggu konsentrasi

mereka. Penelitian oleh Taylor menunjukkan bahwa siswa yang belajar dalam ruang kelas dengan suhu yang nyaman lebih mampu bertahan dalam belajar dan memiliki tingkat konsentrasi yang lebih tinggi. Selain itu, kualitas udara yang segar dan ventilasi yang baik akan mengurangi rasa kantuk dan membuat siswa lebih terjaga selama proses belajar (Taylor et al., 2021).

- Kebisingan

Kebisingan adalah faktor lingkungan yang seringkali diabaikan namun memiliki dampak signifikan terhadap konsentrasi. Penelitian menunjukkan bahwa kebisingan yang berlebihan di ruang kelas dapat mengganggu pemrosesan informasi di otak dan mengurangi kemampuan siswa untuk fokus pada materi pembelajaran (Massonnié et al., 2022). Oleh karena itu, pengaturan tata letak ruang kelas dan penggunaan material yang dapat meredam suara sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang mendukung konsentrasi siswa.

- Pencahayaan

Pencahayaan yang cukup, baik dari cahaya alami maupun buatan, juga berperan penting dalam mendukung kenyamanan dan konsentrasi siswa. Cahaya yang terlalu terang dapat membuat siswa merasa tertekan, sedangkan pencahayaan yang redup dapat menyebabkan kelelahan mata dan mengurangi fokus. Penelitian yang dilakukan oleh (Emara et al., 2024) menunjukkan bahwa pencahayaan alami yang cukup dapat meningkatkan kewaspadaan dan tingkat energi siswa, sehingga mereka lebih siap untuk belajar.

2.1.1.5. Kesejahteraan Psikologis Siswa

Selain kenyamanan fisik, lingkungan fisik sekolah juga memengaruhi kesejahteraan psikologis siswa. Lingkungan yang bersih, terorganisir dengan baik, dan estetis dapat memberikan rasa aman dan nyaman yang mendukung kondisi psikologis siswa. Di sisi lain, lingkungan yang kacau atau tidak terawat dapat meningkatkan tingkat

kecemasan, stres, dan ketegangan pada siswa, yang berdampak negatif pada kualitas pembelajaran mereka.

Lingkungan yang tenang, dengan pencahayaan yang lembut, warna-warna yang menenangkan, dan tata letak ruang yang teratur, dapat mengurangi kecemasan dan stres pada siswa. Penelitian oleh (Yusli et al., 2021) menunjukkan bahwa interaksi dengan ruang yang alami dan estetis, seperti taman atau ruang terbuka hijau, dapat meningkatkan kesejahteraan psikologis dan mengurangi perasaan stres di kalangan siswa. Suasana yang tenang ini memungkinkan siswa untuk merasa lebih relaks, yang pada gilirannya meningkatkan kemampuan mereka untuk menyerap informasi dengan lebih baik.

Elemen visual, seperti warna dinding, dekorasi ruang kelas, dan elemen alam (misalnya tanaman atau pandangan ke luar ruangan), juga memiliki dampak yang signifikan terhadap kesejahteraan psikologis siswa. Warna-warna cerah seperti biru atau hijau diketahui dapat menenangkan pikiran dan meningkatkan konsentrasi. Sebaliknya, warna-warna yang terlalu mencolok atau terlalu gelap dapat memberikan kesan stres atau ketegangan yang tidak diinginkan. Penataan ruang yang mengutamakan keseimbangan antara estetika dan kenyamanan akan menciptakan suasana yang lebih kondusif bagi perkembangan psikologis siswa.

Lingkungan yang bersih dan teratur memberi rasa aman dan nyaman bagi siswa. Rasa kebersihan yang baik dalam ruang kelas dan lingkungan sekolah dapat mengurangi stres dan kecemasan yang berhubungan dengan ketidakpastian atau ketidaknyamanan. Keamanan fisik juga penting; ruang kelas yang bebas dari bahaya dan gangguan eksternal memberikan rasa perlindungan bagi siswa, yang membuat mereka lebih dapat fokus pada pembelajaran dan berpartisipasi dalam kegiatan akademik.

Kesejahteraan psikologis siswa juga dipengaruhi oleh interaksi sosial yang terjadi dalam ruang kelas. Lingkungan yang mendukung

kerjasama, seperti desain ruang yang memungkinkan diskusi kelompok dan interaksi antar siswa, dapat meningkatkan rasa percaya diri dan kesejahteraan emosional siswa. Sebaliknya, ruang kelas yang terisolasi atau kurang mendukung komunikasi dapat menambah rasa terasing dan meningkatkan kecemasan sosial siswa.

2.2. Aktivitas Gelombang Otak dan Pembelajaran

Aktivitas gelombang otak merupakan indikator penting dalam memahami bagaimana otak merespon berbagai rangsangan eksternal dan internal. Gelombang otak berkaitan erat dengan berbagai kondisi mental, seperti tingkat perhatian, kecemasan, serta keterlibatan kognitif dalam suatu tugas (Zemla et al., 2023). Dalam konteks pembelajaran, aktivitas gelombang otak berperan sebagai penanda penting dalam mengukur efektivitas lingkungan belajar dan strategi pembelajaran yang diterapkan. Penelitian yang menggabungkan teknologi EEG (Electroencephalography) dalam pengukuran aktivitas gelombang otak dapat memberikan wawasan lebih dalam mengenai hubungan antara lingkungan fisik, metode pembelajaran, dan kinerja otak siswa.

3.1.3 Jenis-Jenis Gelombang Otak dan Fungsinya

Gelombang otak terbagi dalam beberapa kategori berdasarkan frekuensi dan kondisi mental yang ditandai oleh aktivitas tersebut. Setiap jenis gelombang otak berhubungan dengan keadaan tertentu, seperti relaksasi, konsentrasi, tidur, atau bahkan stres (Zemla et al., 2023). Adapun jenis-jenis gelombang otak yang umum diketahui adalah:

1. Gelombang Delta (0,5 – 4 Hz)

Gelombang delta adalah gelombang otak dengan frekuensi terendah, yang sering kali ditemukan saat tidur nyenyak (deep sleep). Gelombang ini berkaitan dengan pemulihan fisik dan mental, serta proses regenerasi tubuh. Meskipun lebih sering terhubung dengan tidur, gelombang delta juga berfungsi dalam memperkuat daya ingat dan pemrosesan informasi yang terjadi selama tidur (Attar, 2022).

2. Gelombang Theta (4 – 8 Hz)

Gelombang theta berhubungan dengan keadaan relaksasi mendalam dan pembelajaran intuitif. Gelombang ini sering terdeteksi ketika seseorang berada dalam kondisi santai atau meditasi, serta ketika terlibat dalam aktivitas kreatif atau penciptaan ide baru. Pada kondisi siswa yang sedang belajar, gelombang theta dapat meningkatkan konsentrasi dalam memahami materi atau merangsang imajinasi dan pemikiran kreatif.

3. Gelombang Alpha (8 – 12 Hz)

Gelombang alpha sering muncul ketika seseorang merasa tenang namun tetap sadar, seperti saat santai atau beristirahat dalam keadaan tidak teralihkan (Tretyak et al., 2021). Gelombang ini berperan penting dalam meningkatkan fokus dan keterlibatan siswa dalam aktivitas belajar yang tidak memerlukan konsentrasi tinggi. Gelombang alpha juga dapat mendukung suasana belajar yang kondusif, mengurangi kecemasan, serta mempermudah transisi antara keadaan terjaga dan kondisi relaksasi.

4. Gelombang Beta (12 – 30 Hz)

Gelombang beta berhubungan dengan aktivitas mental yang tinggi, seperti konsentrasi dan pemecahan masalah (Jung & Lee, 2021). Gelombang ini muncul ketika seseorang terlibat dalam aktivitas yang membutuhkan fokus tinggi, seperti berpikir kritis atau belajar intensif. Dalam konteks pembelajaran, gelombang beta menunjukkan tingkat keterlibatan dan perhatian siswa terhadap materi pembelajaran yang sedang diajarkan.

5. Gelombang Gamma (30 – 100 Hz)

Gelombang gamma, meskipun jarang diukur, merupakan gelombang otak dengan frekuensi tertinggi. Gelombang ini berhubungan dengan pemrosesan informasi yang kompleks, pembelajaran yang melibatkan pemecahan masalah yang rumit, serta aktivitas mental pada tingkat tinggi, seperti kecerdasan kognitif dan memori jangka panjang. Gelombang gamma dapat

mendukung peningkatan kemampuan berpikir analitis dan persepsi multisensori (Griškova-Bulanova et al., 2023).

3.1.4 Pengaruh Lingkungan Belajar terhadap Pola Gelombang Otak

Lingkungan belajar memiliki dampak langsung terhadap pola gelombang otak yang dihasilkan oleh siswa selama proses pembelajaran. Faktor-faktor fisik seperti pencahayaan, suhu ruangan, kebisingan, dan kenyamanan ruang belajar dapat mempengaruhi jenis dan frekuensi gelombang otak yang dominan pada siswa, yang pada gilirannya memengaruhi tingkat konsentrasi, relaksasi, dan keterlibatan dalam aktivitas belajar.

3.1.5 Peran Gelombang Otak dalam Pembelajaran Aktif

Pembelajaran aktif adalah pendekatan yang melibatkan siswa secara langsung dalam proses pembelajaran melalui diskusi, problem solving, dan kegiatan yang memerlukan keterlibatan fisik dan kognitif. Dalam pembelajaran aktif, pola gelombang otak memainkan peran penting dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Gelombang Theta dan Pembelajaran Kreatif

Gelombang theta, yang terkait dengan relaksasi dan kreativitas, berperan penting dalam pembelajaran aktif yang melibatkan eksplorasi ide-ide baru dan pemecahan masalah secara kreatif. Aktivitas otak yang dominan dengan gelombang theta dapat meningkatkan kemampuan berpikir luar kotak dan menstimulasi proses pembelajaran yang tidak hanya bergantung pada pengulangan informasi, tetapi juga melibatkan pemikiran kritis dan inovasi.

Gelombang Beta dan Keterlibatan Kognitif

Gelombang beta, yang muncul selama periode konsentrasi tinggi, sangat penting dalam pembelajaran aktif yang memerlukan fokus intensif, seperti saat siswa memecahkan masalah atau bekerja dalam kelompok. Aktivitas gelombang beta menunjukkan tingkat keterlibatan yang lebih tinggi dalam tugas yang membutuhkan pemrosesan informasi secara cepat dan akurat. Pembelajaran aktif yang menantang dapat meningkatkan gelombang beta,

yang pada gilirannya meningkatkan daya ingat dan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan (Jung & Lee, 2021).

Gelombang Gamma dan Pemrosesan Informasi Kompleks

Pada tahap pembelajaran yang melibatkan pemrosesan informasi yang lebih kompleks, seperti analisis data atau pemecahan masalah tingkat tinggi, gelombang gamma muncul. Gelombang ini mendukung kemampuan siswa untuk mengintegrasikan berbagai informasi dan menggunakan pengetahuan untuk mencapai pemahaman yang lebih mendalam. Pembelajaran aktif yang menantang dapat meningkatkan aktivitas gelombang gamma, mempercepat pemahaman dan penerapan konsep-konsep yang lebih sulit (Griškova-Bulanova et al., 2023).

2.3. Sekolah Alam dan Pendekatan Outdoor Learning

Sekolah alam merupakan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan elemen-elemen alam ke dalam proses belajar mengajar (Budiraharja et al., 2022). Dalam pendekatan ini, siswa tidak hanya belajar di dalam ruang kelas yang konvensional, tetapi juga berinteraksi langsung dengan alam, menjadikannya sebagai bagian dari pengalaman belajar. Dalam konteks pendidikan yang lebih holistik, pendekatan outdoor learning ini memiliki banyak manfaat, baik dari segi akademis maupun kesejahteraan psikologis siswa. Penelitian tentang dampak lingkungan alam terhadap aktivitas otak dan proses pembelajaran semakin penting, karena memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai hubungan antara lingkungan fisik dan kinerja kognitif siswa.

3.1.6 Konsep Sekolah Alam

Sekolah alam adalah suatu bentuk pendidikan yang mengutamakan interaksi siswa dengan alam sebagai bagian dari proses belajar mengajar. Berbeda dengan sekolah konvensional yang lebih banyak mengandalkan ruang kelas sebagai tempat utama pembelajaran, sekolah alam menekankan pentingnya pengalaman langsung dengan alam. Filosofi pendidikan sekolah alam

berlandaskan pada prinsip-prinsip Ki Hadjar Dewantara, yang menekankan pada kebebasan belajar dan kemandirian siswa. Pendekatan ini tidak hanya fokus pada pencapaian nilai akademis tetapi juga pada pengembangan karakter dan keterampilan hidup yang dibutuhkan siswa di luar kelas.

Di Indonesia, salah satu contoh penerapan sekolah alam adalah Sanggar Anak Alam (SALAM) yang berada di Yogyakarta. SALAM mengintegrasikan elemen alam ke dalam proses pembelajaran, dengan memanfaatkan kebun, halaman sekolah, dan lingkungan sekitar sebagai media belajar. Dengan demikian, siswa di SALAM dapat belajar tentang berbagai hal, baik dalam aspek akademik maupun dalam konteks sosial dan emosional, sambil berinteraksi dengan alam sekitar (Halimah, 2018).

Pendekatan pendidikan seperti ini memberi alternatif terhadap sistem pendidikan konvensional yang cenderung lebih fokus pada penghafalan dan pencapaian nilai. Dalam sekolah alam, proses belajar mengajar dilakukan dengan cara yang lebih alami, mengutamakan kemandirian, kreativitas, dan pembelajaran berbasis pengalaman (Nidyawati, 2017).

3.1.7 Outdoor Learning sebagai Strategi Pembelajaran

Outdoor learning atau pembelajaran luar ruangan adalah pendekatan yang memanfaatkan lingkungan luar kelas untuk kegiatan belajar siswa. Pendekatan ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar sambil berinteraksi langsung dengan alam, seperti melalui kegiatan eksplorasi alam, observasi ekosistem, atau pembelajaran berbasis proyek di luar ruangan. Outdoor learning memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan praktis, yang memudahkan siswa untuk memahami konsep-konsep yang diajarkan (Juanda & Wulandari, 2020).

Salah satu keuntungan utama dari outdoor learning adalah menciptakan suasana belajar yang lebih aktif dan menyenangkan. Berada di luar ruangan membantu siswa untuk terlibat secara fisik dan mental dalam pembelajaran, yang dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman mereka terhadap materi.

Selain itu, pembelajaran luar ruangan juga mendukung pengembangan keterampilan sosial siswa, karena sering kali melibatkan kerja kelompok dan interaksi sosial yang lebih intens.

Sekolah alam seperti SALAM telah membuktikan bahwa outdoor learning dapat mengembangkan kreativitas dan rasa ingin tahu siswa. Dengan melakukan pembelajaran langsung di alam, siswa dapat melihat dan merasakan langsung apa yang mereka pelajari, menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka (Susanto, 2016).

3.1.8 Manfaat Pembelajaran di Sekolah Alam

Pembelajaran di sekolah alam memiliki berbagai manfaat, baik untuk perkembangan kognitif maupun psikologis siswa. Beberapa manfaat yang signifikan antara lain adalah peningkatan keterlibatan siswa dan mereduksi stres, serta mendorong perkembangan kreativitas yang lebih baik. Penelitian menunjukkan bahwa lingkungan alam dapat memiliki dampak positif terhadap kesejahteraan psikologis dan kognitif siswa, karena lingkungan tersebut menawarkan kenyamanan dan ketenangan yang mendukung fokus dan konsentrasi (Hapidah et al., 2024).

Pembelajaran di sekolah alam memiliki berbagai manfaat, baik untuk perkembangan kognitif maupun psikologis siswa. Beberapa manfaat yang signifikan antara lain adalah peningkatan keterlibatan siswa dan mereduksi stres, serta mendorong perkembangan kreativitas yang lebih baik. Penelitian menunjukkan bahwa lingkungan alam dapat memiliki dampak positif terhadap kesejahteraan psikologis dan kognitif siswa, karena lingkungan tersebut menawarkan kenyamanan dan ketenangan yang mendukung fokus dan konsentrasi (Febriani, 2019).

2.3.1.1. Meningkatkan Keterlibatan Siswa

Pembelajaran di sekolah alam meningkatkan keterlibatan siswa dengan materi pelajaran. Dalam konteks ini, keterlibatan tidak hanya melibatkan perhatian siswa terhadap materi, tetapi juga melibatkan motivasi intrinsik

dan rasa ingin tahu yang tinggi. Ketika siswa belajar di luar ruangan dan berinteraksi langsung dengan alam, mereka merasa lebih terlibat dalam pembelajaran karena mereka dapat mengaitkan pengetahuan dengan pengalaman nyata. Hal ini meningkatkan daya serap siswa terhadap materi yang dipelajari dan memperkuat pemahaman mereka.

Keterlibatan siswa juga semakin terfasilitasi dengan adanya pembelajaran berbasis proyek, yang memberi siswa kesempatan untuk mengeksplorasi konsep-konsep lebih dalam melalui pengalaman langsung. Kegiatan seperti berkebun, observasi tanaman atau hewan, dan eksperimen ilmiah di luar ruangan dapat meningkatkan rasa tanggung jawab dan keaktifan siswa dalam pembelajaran.

2.3.1.2. Mereduksi Stres dan Meningkatkan Kreativitas

Lingkungan alam telah terbukti dapat mereduksi tingkat stres siswa. Paparan terhadap alam memiliki efek terapeutik yang dapat menenangkan pikiran dan menurunkan tingkat kecemasan. Menurut penelitian, berinteraksi dengan alam dapat meningkatkan mood positif dan mengurangi stres, yang berhubungan langsung dengan peningkatan kesejahteraan psikologis siswa (Yao et al., 2021).

Di sisi lain, lingkungan yang alami juga dapat merangsang kreativitas siswa. Siswa yang belajar di alam lebih cenderung memiliki pemikiran yang kreatif dan mampu menghasilkan ide-ide baru. Keberadaan alam menyediakan banyak rangsangan visual, auditori, dan kinestetik yang dapat merangsang aktivitas otak, khususnya gelombang theta dan alpha yang berhubungan dengan relaksasi dan kreativitas (Rai et al., 2024) Pembelajaran di luar ruangan yang melibatkan eksplorasi dan kreativitas memungkinkan siswa untuk berfikir lebih bebas dan luar biasa.

2.4. Ergonomi Lingkungan Belajar di Sekolah Alam

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia dan lingkungannya, dengan tujuan untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan

keselamatan. Dalam konteks pendidikan, ergonomi lingkungan belajar mengacu pada desain ruang, furnitur, dan elemen-elemen lainnya yang mendukung kenyamanan siswa selama proses pembelajaran. Sekolah alam, dengan pendekatannya yang unik dan integrasi dengan alam, juga memerlukan perhatian terhadap aspek ergonomi untuk menciptakan lingkungan belajar yang optimal. Lingkungan yang dirancang dengan mempertimbangkan prinsip ergonomi dapat mendukung siswa dalam menjaga fokus dan meningkatkan kenyamanan, yang pada akhirnya berkontribusi pada efektivitas pembelajaran.

3.1.9 Konsep Ergonomi di Lingkungan Belajar

Ergonomi di lingkungan belajar mencakup berbagai elemen desain yang bertujuan untuk memaksimalkan kenyamanan, kesehatan, dan kinerja siswa. Elemen-elemen ini termasuk desain furnitur, pengaturan ruang, pencahayaan, suhu, serta ventilasi yang semuanya berperan penting dalam menciptakan lingkungan yang mendukung aktivitas belajar. Di lingkungan belajar, ergonomi dapat diterjemahkan dalam berbagai aspek, seperti pengaturan meja dan kursi yang sesuai dengan postur tubuh siswa, serta pemilihan material dan warna yang tidak membebani indra.

Lingkungan yang ergonomis memfasilitasi siswa untuk belajar dengan lebih baik, mengurangi kelelahan fisik, serta mengoptimalkan kapasitas otak untuk berfokus dan menyerap informasi. Dalam ruang kelas yang didesain secara ergonomis, siswa tidak akan merasa terganggu dengan ketidaknyamanan fisik seperti rasa sakit pada punggung atau leher, yang dapat mengurangi konsentrasi mereka. Seiring dengan itu, suasana yang nyaman dapat merangsang otak untuk bekerja dengan lebih optimal, menciptakan hubungan positif antara lingkungan dan proses belajar.

3.1.10 Ergonomi dalam Desain Ruang Kelas di Sekolah Alam

Desain ruang kelas di sekolah alam memiliki pendekatan yang berbeda dari sekolah konvensional, mengingat integrasi alam sebagai bagian dari proses belajar. Ruang kelas di sekolah alam tidak hanya mencakup bangunan fisik, tetapi juga melibatkan ruang luar seperti kebun atau halaman yang digunakan

sebagai ruang pembelajaran. Meskipun demikian, aspek ergonomi tetap menjadi prioritas dalam desain ruang kelas ini.

Beberapa elemen penting dalam desain ergonomi ruang kelas di sekolah alam antara lain:

Pengaturan Tata Letak Ruang: Ruang kelas di sekolah alam harus dirancang dengan tata letak yang mendukung interaksi antara siswa dan lingkungan sekitar. Pengaturan kursi dan meja yang fleksibel memungkinkan siswa untuk berpindah posisi dan berinteraksi dengan lingkungan alam. Ini juga memfasilitasi pembelajaran kelompok dan mengoptimalkan ruang untuk kegiatan eksplorasi.

Pencahayaan dan Ventilasi: Cahaya alami yang cukup dan ventilasi yang baik sangat penting dalam menciptakan suasana belajar yang nyaman. Pencahayaan alami dapat membantu menjaga ritme sirkadian siswa, yang penting untuk mengoptimalkan konsentrasi dan energi mereka. Di sekolah alam, desain ruang kelas harus memaksimalkan penggunaan cahaya matahari untuk mencerahkan ruangan tanpa menyebabkan silau atau ketidaknyamanan. Ventilasi yang baik juga membantu menciptakan udara yang segar, yang mendukung kesehatan siswa dan meningkatkan kenyamanan di ruang kelas.

Furnitur yang Ergonomis: Furnitur yang dirancang dengan mempertimbangkan postur tubuh siswa dapat mengurangi ketegangan fisik yang diakibatkan oleh duduk dalam waktu lama. Di sekolah alam, furnitur yang digunakan mungkin lebih fleksibel, seperti kursi yang dapat dipindahkan atau meja yang dapat disesuaikan tingginya, untuk memberi kebebasan bergerak dan menyesuaikan dengan kebutuhan individu siswa.

3.1.11 Pengaruh Ergonomi terhadap Kenyamanan dan Fokus Siswa

Ergonomi yang baik dalam lingkungan belajar memiliki dampak yang signifikan terhadap kenyamanan dan fokus siswa. Siswa yang belajar dalam lingkungan yang ergonomis cenderung merasa lebih nyaman dan tidak mudah

merasa lelah, yang memungkinkan mereka untuk tetap fokus pada materi pembelajaran.

Kenyamanan Fisik: Sebuah ruang kelas yang dirancang dengan prinsip ergonomi akan mengurangi ketidaknyamanan fisik seperti sakit punggung, kelelahan mata, dan nyeri leher, yang sering dialami siswa selama pembelajaran di ruang kelas yang kurang memperhatikan faktor ergonomi. Sebagai contoh, kursi dan meja yang disesuaikan dengan tinggi tubuh siswa memungkinkan mereka untuk duduk dengan postur yang benar, mengurangi tekanan pada tulang belakang dan sendi.

Peningkatan Fokus dan Konsentrasi: Kenyamanan yang ditawarkan oleh lingkungan ergonomis membantu siswa untuk tetap fokus lebih lama. Jika siswa tidak terganggu oleh rasa tidak nyaman, mereka dapat mengalihkan perhatian sepenuhnya pada tugas yang ada, yang berhubungan langsung dengan peningkatan kinerja akademik mereka. Penelitian menunjukkan bahwa siswa yang belajar dalam ruang yang nyaman dan sesuai dengan kebutuhan fisik mereka memiliki kemampuan konsentrasi yang lebih baik dibandingkan siswa yang berada dalam ruang yang tidak ergonomis.

Pengaruh terhadap Kesejahteraan Psikologis: Ergonomi lingkungan belajar juga berdampak pada aspek psikologis siswa. Lingkungan yang nyaman dapat mereduksi stres, meningkatkan rasa percaya diri, serta mendukung suasana hati yang positif. Siswa yang merasa nyaman dengan ruang tempat mereka belajar lebih cenderung merasa senang dan termotivasi untuk belajar. Hal ini juga berkontribusi pada peningkatan kreativitas dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Dalam konteks sekolah alam, pengaruh ergonomi ini menjadi semakin relevan karena desain yang menggabungkan elemen alam dan ruang fisik. Dengan mengintegrasikan prinsip ergonomi dalam ruang kelas dan lingkungan alam, sekolah alam dapat menciptakan suasana belajar yang lebih

mendukung kesejahteraan fisik dan psikologis siswa, serta meningkatkan fokus dan hasil belajar mereka.

2.5. Teknologi EEG dan ERP dalam Penelitian Pendidikan

Teknologi EEG (Electroencephalography) dan ERP (Event-Related Potentials) semakin banyak digunakan dalam penelitian pendidikan untuk memahami bagaimana otak merespons berbagai rangsangan atau kondisi lingkungan yang terkait dengan proses pembelajaran (Xu & Zhong, 2018). EEG mengukur aktivitas listrik di otak, sedangkan ERP mengidentifikasi perubahan dalam gelombang otak yang terkait dengan peristiwa atau rangsangan tertentu, seperti tugas belajar atau interaksi dengan lingkungan fisik. Dalam konteks pendidikan, penggunaan EEG dan ERP dapat memberikan wawasan lebih dalam mengenai proses kognitif yang terjadi selama pembelajaran dan bagaimana faktor eksternal (seperti desain lingkungan fisik) memengaruhi hasil belajar.

3.1.12 Pengertian EEG (Electroencephalography)

EEG adalah teknik yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik yang dihasilkan oleh neuron-neuron di otak. Gelombang otak yang tercatat dalam EEG mencerminkan aktivitas elektrik yang terjadi dalam sistem saraf pusat sebagai respons terhadap berbagai rangsangan. Teknik ini menggunakan elektroda yang ditempatkan pada kulit kepala untuk mendeteksi sinyal elektrik yang dihasilkan oleh aktivitas neuron. EEG adalah salah satu metode non-invasif yang paling banyak digunakan untuk memantau aktivitas otak secara langsung, sehingga banyak digunakan dalam penelitian psikologi, neurosains, serta penelitian pendidikan (Aspinall et al., 2015; Orovas et al., 2025).

EEG memiliki kemampuan untuk merekam aktivitas otak dalam waktu nyata, yang memungkinkan para peneliti untuk mempelajari respons otak terhadap berbagai kondisi atau stimuli. Sebagai contoh, dalam penelitian pendidikan, EEG digunakan untuk mengamati bagaimana otak siswa merespons berbagai

jenis lingkungan belajar, atau bagaimana konsentrasi mereka dipengaruhi oleh desain ruang kelas atau metode pengajaran.

2.5.1.1.Prinsip Kerja EEG

Prinsip kerja EEG adalah dengan mendeteksi dan merekam sinyal listrik yang dihasilkan oleh neuron-neuron di otak yang berinteraksi dengan satu sama lain. Setiap neuron dalam otak menghasilkan sinyal elektrik ketika berkomunikasi dengan neuron lainnya. Aktivitas listrik ini dapat terekam oleh elektroda yang dipasang pada kulit kepala melalui pengukuran potensial listrik yang berubah-ubah seiring waktu (Babiker et al., 2019).

Proses kerja EEG dimulai dengan penempatan elektroda di kulit kepala, yang biasanya terhubung ke perangkat perekam EEG. Elektroda-elektroda ini mendeteksi perbedaan kecil dalam tegangan listrik yang dihasilkan oleh neuron-neuron otak. Sinyal yang tercatat kemudian diperkuat dan diteruskan ke perangkat perekam untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil rekaman EEG digambarkan dalam bentuk gelombang otak yang berbeda frekuensinya, yang mencerminkan aktivitas otak pada berbagai kondisi mental, seperti tidur, relaksasi, konsentrasi, atau stres (Babiker et al., 2019).

EEG dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai waktu dan pola aktivitas otak yang terkait dengan aktivitas kognitif tertentu. Keunggulan utama dari teknik ini adalah kemampuannya untuk memberikan informasi waktu nyata tentang aktivitas otak dengan resolusi temporal yang sangat tinggi, meskipun resolusi spasialnya lebih rendah dibandingkan dengan teknik pencitraan otak lainnya, seperti fMRI atau PET.

2.5.1.2.Jenis Gelombang yang direkam dengan EEG

EEG merekam berbagai jenis gelombang otak yang dikategorikan berdasarkan frekuensi dan karakteristiknya. Setiap jenis gelombang otak berkaitan dengan keadaan atau aktivitas mental tertentu (Orovas et al.,

2025). Berikut adalah jenis-jenis gelombang otak yang biasanya direkam dengan EEG:

1. Gelombang Delta (0.5 - 4 Hz)

Gelombang delta adalah gelombang otak dengan frekuensi terendah dan biasanya terjadi saat tidur dalam keadaan yang sangat dalam (deep sleep). Gelombang ini juga terkait dengan proses pemulihan tubuh dan mental.

2. Gelombang Theta (4 - 8 Hz)

Gelombang theta biasanya terlihat pada keadaan relaksasi mendalam, meditasi, atau peralihan antara tidur dan terjaga. Dalam konteks pembelajaran, gelombang theta dapat dikaitkan dengan kreativitas, imajinasi, serta pemrosesan memori jangka panjang.

3. Gelombang Alpha (8 - 13 Hz)

Gelombang alpha adalah gelombang yang dominan saat seseorang dalam keadaan relaksasi namun masih terjaga, seperti saat merenung atau beristirahat dengan mata tertutup. Gelombang alpha dapat menunjukkan keadaan perhatian yang santai, dan seringkali dikaitkan dengan proses konsentrasi yang efisien dan pembelajaran tanpa tekanan.

4. Gelombang Beta (13 - 30 Hz)

Gelombang beta berhubungan dengan aktivitas mental yang tinggi, seperti berpikir aktif, konsentrasi, dan analisis. Gelombang ini sering kali terdeteksi ketika seseorang terlibat dalam tugas yang membutuhkan perhatian yang kuat atau aktivitas kognitif yang kompleks.

5. Gelombang Gamma (30 - 100 Hz)

Gelombang gamma memiliki frekuensi tertinggi dan berkaitan dengan aktivitas mental yang sangat intensif, seperti pemrosesan informasi yang cepat dan pemahaman yang mendalam. Gelombang ini dikaitkan dengan kinerja kognitif yang sangat baik dan pengolahan informasi dalam waktu nyata.

Dengan menggunakan EEG, peneliti dapat mengidentifikasi pola gelombang otak yang terjadi pada siswa selama proses belajar, serta memahami bagaimana faktor-faktor seperti lingkungan belajar memengaruhi aktivitas otak mereka. Penelitian mengenai gelombang-gelombang ini dapat memberikan wawasan mengenai tingkat konsentrasi, stres, atau keterlibatan siswa dalam aktivitas pembelajaran, serta memandu pengembangan desain lingkungan belajar yang lebih mendukung.

3.1.13 Konsep ERP (Event Related Potentials)

Event-Related Potentials (ERP) adalah respons listrik otak yang terukur sebagai akibat dari rangsangan eksternal atau peristiwa tertentu, seperti tugas atau stimuli yang diberikan dalam konteks eksperimen atau pembelajaran. ERP merujuk pada perubahan dalam aktivitas gelombang otak yang berkaitan dengan kejadian tertentu dan dapat dianalisis untuk memahami proses kognitif yang terjadi sebagai respons terhadap rangsangan atau peristiwa. Proses ini memungkinkan peneliti untuk menggali lebih dalam mengenai waktu spesifik dan pola aktivitas otak yang muncul seiring dengan respon terhadap stimuli atau tugas pembelajaran yang diberikan (Agrawal et al., 2024).

Penggunaan ERP memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai bagaimana otak manusia memproses rangsangan tertentu, yang sangat relevan untuk penelitian pendidikan, di mana pemahaman tentang waktu reaksi otak terhadap kondisi belajar dapat memberikan insight untuk meningkatkan strategi pembelajaran.

2.5.1.3. Definisi dan Jenis-Jenis ERP

ERP adalah sinyal listrik otak yang dihasilkan sebagai respons terhadap stimulus tertentu, yang diperoleh dengan cara menganalisis gelombang otak yang terjadi dalam interval waktu tertentu setelah stimulus diberikan. ERP umumnya direkam dengan menggunakan EEG, yang memungkinkan deteksi perubahan waktu nyata dalam aktivitas otak yang terkait dengan rangsangan.

2.5.1.4. Komponen ERP yang Relevan dalam Pendidikan

Komponen ERP yang relevan dalam pendidikan dapat memberikan wawasan tentang bagaimana siswa merespons berbagai rangsangan dalam lingkungan belajar. Salah satu komponen utama adalah P300, yang menunjukkan perhatian siswa terhadap informasi yang dianggap penting atau langka, seperti materi pelajaran yang baru atau menantang. N400 berkaitan dengan pemahaman informasi, dan sering muncul ketika siswa menghadapi informasi yang tidak sesuai dengan ekspektasi mereka, seperti saat ada kesalahan pemahaman. P600 berhubungan dengan pemrosesan sintaksis atau struktur informasi yang lebih kompleks, seperti dalam pelajaran bahasa atau matematika. Sementara itu, LPP (Late Positive Potential) mencerminkan respons emosional siswa terhadap materi pembelajaran yang memiliki nilai emosional tinggi, seperti topik yang personal atau relevan secara sosial. Semua komponen ini memberikan pemahaman tentang bagaimana otak memproses berbagai aspek pembelajaran, baik itu kognitif, emosional, atau pemahaman informasi (Jung & Lee, 2021).

3.1.14 Relevansi EEG dan ERP dalam Pendidikan

EEG dan ERP memberikan kontribusi penting dalam penelitian pendidikan, terutama dalam memahami dinamika aktivitas otak selama proses pembelajaran. Kedua teknologi ini memungkinkan peneliti untuk memantau dan menganalisis respons otak terhadap berbagai kondisi yang ada dalam lingkungan belajar (Ramírez-Moreno et al., 2021). Dengan menggunakan EEG dan ERP, kita dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai bagaimana faktor-faktor eksternal (seperti desain ruang kelas, metode pembelajaran, atau suasana belajar) memengaruhi proses kognitif, perhatian, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

2.5.1.5. Pengukuran Respon Otak terhadap Lingkungan Belajar

Penggunaan EEG dan ERP memungkinkan peneliti untuk mengukur respon otak siswa terhadap berbagai elemen lingkungan belajar, baik fisik maupun sosial. Misalnya, pengaruh pencahayaan alami atau

kebisingan dapat dianalisis dengan EEG untuk mengetahui bagaimana perubahan dalam lingkungan fisik memengaruhi aktivitas otak siswa selama proses belajar.

Selain itu, ERP dapat memberikan informasi mengenai bagaimana otak merespons stimulus belajar yang berbeda, seperti instruksi guru, materi pelajaran, atau interaksi dengan teman sekelas. Hal ini memberikan gambaran tentang bagaimana siswa memproses informasi dan merespons kondisi lingkungan belajar secara waktu nyata.

2.5.1.6. Penerapan EEG dan ERP dalam Pembelajaran

Penerapan EEG dan ERP dalam pembelajaran dapat membantu dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan siswa. Dengan memahami bagaimana aktivitas otak terpengaruh oleh desain ruang kelas, pengaturan kegiatan pembelajaran, dan penggunaan teknologi, pendidik dapat merancang lingkungan belajar yang lebih mendukung konsentrasi, keterlibatan, dan pemrosesan informasi oleh siswa (van Atteveldt et al., 2020).

Misalnya, dengan menggunakan ERP untuk mengukur respons siswa terhadap instruksi atau materi yang diajarkan, guru dapat menyesuaikan pendekatan pembelajaran untuk mengoptimalkan pemahaman dan perhatian siswa. Penggunaan EEG juga dapat memberikan informasi penting mengenai tingkat stres atau kecemasan siswa selama pembelajaran, yang dapat digunakan untuk menyesuaikan suasana kelas agar lebih mendukung kesejahteraan psikologis mereka.

2.6. Hubungan Lingkungan Fisik dengan Aktivitas Otak

Lingkungan fisik tempat siswa belajar memiliki pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas otak mereka, baik dalam hal kognisi maupun emosi. Penelitian telah menunjukkan bahwa kondisi fisik seperti pencahayaan, suhu, kebisingan, dan tata letak ruang dapat mempengaruhi bagaimana otak merespons informasi yang diterima dan bagaimana siswa berinteraksi dengan materi pembelajaran. Aktivitas otak yang terukur, seperti melalui alat EEG, dapat memberikan wawasan lebih

mendalam tentang bagaimana lingkungan fisik memengaruhi proses belajar secara fisiologis (Orovas et al., 2025).

3.1.15 Pengaruh Lingkungan Fisik terhadap Aktivitas Otak Siswa

Lingkungan fisik sekolah, termasuk elemen-elemen seperti pencahayaan, pengaturan ruang, serta suhu dan kebisingan, memengaruhi aktivitas otak siswa. Penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan alami, misalnya, dapat meningkatkan fokus dan mengurangi stres, yang tercermin pada gelombang otak seperti alpha yang terkait dengan relaksasi dan beta yang berkaitan dengan konsentrasi. Sebaliknya, lingkungan yang penuh kebisingan atau dengan suhu yang tidak nyaman dapat meningkatkan ketegangan dan kecemasan, yang dapat terlihat pada peningkatan aktivitas gelombang theta yang berhubungan dengan stres atau gangguan perhatian.

Selain itu, ruang yang didesain dengan baik, seperti ruang kelas yang terang dan memiliki ventilasi yang baik, dapat mendorong gelombang otak yang menunjukkan pemrosesan informasi yang lebih baik dan meningkatkan performa kognitif. Oleh karena itu, pemahaman tentang bagaimana lingkungan fisik memengaruhi aktivitas otak sangat penting dalam merancang ruang belajar yang optimal bagi siswa (Ko et al., 2017).

3.1.16 Perbandingan Respon Otak di Lingkungan Indoor dan Outdoor

Perbandingan respon otak antara lingkungan indoor dan outdoor menunjukkan perbedaan signifikan dalam aktivitas gelombang otak siswa. Lingkungan outdoor yang lebih terbuka dan alami sering kali berhubungan dengan pengurangan tingkat stres, peningkatan relaksasi, dan peningkatan aktivitas gelombang alpha yang menandakan ketenangan. Di sisi lain, ruang kelas indoor yang lebih tertutup dengan penerangan buatan dan sedikit ventilasi mungkin meningkatkan kecemasan atau gangguan perhatian, yang tercermin pada peningkatan gelombang theta yang menunjukkan ketidakfokusan (Aggarwal et al., 2021).

Lingkungan outdoor, seperti yang ditemukan di sekolah alam, memungkinkan siswa untuk lebih terlibat dengan elemen alam, yang dapat

merangsang aktivitas otak yang lebih positif dan produktif. Dengan adanya ruang terbuka, siswa lebih cenderung merasa lebih bebas dan mampu berfokus lebih baik pada pembelajaran mereka. Perbandingan ini menunjukkan bahwa paparan terhadap alam dan elemen natural dapat memiliki dampak yang mendalam pada cara otak merespons dan memproses informasi.

3.1.17 Hubungan Aktivitas Otak dan Performa Kognitif dan Emosi

Aktivitas otak yang tercatat dalam berbagai gelombang, seperti alpha, beta, dan theta, berhubungan erat dengan performa kognitif dan emosi siswa. Gelombang alpha, yang menunjukkan keadaan relaksasi, berhubungan dengan konsentrasi yang lebih baik dan pemrosesan informasi yang efisien. Siswa yang belajar di lingkungan yang mendukung dapat menunjukkan peningkatan aktivitas gelombang alpha, yang berujung pada peningkatan performa kognitif dan kemampuan belajar mereka (Yuvaraj et al., 2024).

Di sisi lain, gelombang beta yang terkait dengan kewaspadaan dan pemrosesan aktif, serta gelombang theta yang sering dikaitkan dengan gangguan perhatian atau stres, dapat memengaruhi kemampuan siswa untuk memahami dan mengingat materi pembelajaran. Oleh karena itu, mengoptimalkan lingkungan fisik sekolah agar mendukung aktivitas gelombang alpha dan beta dapat memperbaiki performa kognitif dan emosi siswa dalam proses belajar.

3.1.18 Studi Penelitian tentang Lingkungan Fisik dan Aktivitas Otak

Beberapa studi penelitian telah meneliti hubungan antara lingkungan fisik dan aktivitas otak siswa. (Aspinall et al., 2015) menemukan bahwa elemen-elemen seperti pencahayaan alami dan ventilasi yang baik dapat meningkatkan kinerja akademik siswa, yang tercermin pada peningkatan aktivitas gelombang alpha dan beta. Sementara itu, penelitian (Moore et al., 2021) menunjukkan bahwa lingkungan outdoor, seperti taman atau kebun sekolah, dapat mengurangi stres siswa dan memperbaiki konsentrasi mereka, yang terkait dengan peningkatan aktivitas gelombang alpha.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Llorens-Gómez et al., 2022) menunjukkan bahwa perubahan kecil dalam lingkungan fisik, seperti pengaturan furnitur atau pencahayaan, dapat mempengaruhi tingkat perhatian siswa dan respons otak mereka terhadap informasi yang disajikan. Dengan demikian, penelitian-penelitian ini memberikan bukti kuat bahwa lingkungan fisik yang mendukung dapat meningkatkan kualitas pembelajaran melalui pengaruh positif terhadap aktivitas otak siswa.

