

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Sustained attention atau atensi berkelanjutan merupakan komponen kritis dalam fungsi kognitif yang memungkinkan individu mempertahankan fokus pada tugas tertentu dalam periode waktu yang lama [1]. Kemampuan ini memegang peranan penting dalam berbagai aktivitas akademik, terutama di kalangan mahasiswa yang dituntut untuk dapat berkonsentrasi dalam menyelesaikan tugas-tugas kompleks [2]. Namun, perkembangan teknologi digital dan maraknya penggunaan media sosial memicu fenomena *short attention span*, di mana durasi fokus manusia menurun secara signifikan [3]. Melalui perbandingan *Event-Related Potential* (ERP) yang dihitung, penelitian menunjukkan bahwa pengguna berat media sosial berbasis video pendek telah mengurangi aktivitas otak yang mencerminkan pemrosesan perhatian jika dibandingkan dengan pengguna biasa [3]. Kondisi ini memberikan dampak negatif terhadap produktivitas dan prestasi akademik mahasiswa.

Dalam bidang *neurosains*, *sustained attention* atau atensi dapat diukur secara objektif melalui aktivitas gelombang otak menggunakan *Electroencephalography* (EEG) [1]. EEG merupakan metode perekaman aktivitas kelistrikan yang dihasilkan oleh gelombang otak dalam selang waktu tertentu menggunakan alat yang disebut *Electroencephalogram* (EEG) [4]. Pita frekuensi pada gelombang otak terbagi menjadi beberapa frekuensi yang berbeda. Pita *Delta* (0-4 Hz) berkaitan dengan tidur nyenyak dan keadaan tidak sadar [5], sementara pita *Theta* (4-8 Hz) terkait dengan tidur ringan, relaksasi, dan kelelahan kognitif [6]. Pita *Alpha* (8-13 Hz) umumnya teramati selama keadaan terjaga yang rileks dan dikaitkan dengan relaksasi serta penurunan perhatian [5]. Pita *Beta* (13-30 Hz) berhubungan dengan pemikiran aktif, fokus, dan kewaspadaan [5], sedangkan pita *Gamma* (di atas 30 Hz) terlibat dalam fungsi kognitif tingkat tinggi seperti atensi, memori, dan pemrosesan informasi [7].

Keunggulan utama EEG adalah kemampuannya menangkap perubahan sinyal otak dengan sangat cepat [4]. Alat ini dapat merekam aktivitas otak dalam hitungan seperseribu detik (milidetik), sehingga memungkinkan untuk mengamati berbagai proses yang terjadi di otak secara bersamaan setelah adanya rangsangan (stimulus) [8]. EEG juga memberikan peluang dalam melakukan pengukuran aktivitas otak yang terjadi secara spontan sebagai respon terhadap stimulus [4]. Metode ini bersifat *non-invasif* (tidak melukai jaringan otak) dan telah banyak digunakan untuk mendiagnosis gangguan saraf serta memantau kondisi mental seseorang

dalam berbagai situasi [9][10]. Namun, salah satu kendala utama dalam analisis sinyal EEG adalah rendahnya rasio *signal-to-noise* akibat dari lemahnya potensial listrik yang dihasilkan otak tidak sebanding dengan potensial lain seperti kedipan mata [11].

Dalam upaya meningkatkan performa kognitif, khususnya *sustained attention* atau atensi pada manusia, beberapa penelitian merekomendasikan penggunaan pendekatan aromaterapi. Efektivitasnya telah diuji melalui berbagai metode, seperti penilaian sensorik dan pengukuran kadar hormon stres (kortisol) [12]. Contohnya, aromaterapi *lemongrass* (*Cymbopogon Citratus*), memberikan efek peningkatan fungsi kognitif terutama pada domain *continuity attention* dan *quality of memory* yang diuji menggunakan *cognitive computerized assessment battery Test* [13].

Salah satu metode untuk mengukur *sustained attention* atau atensi berkelanjutan secara objektif adalah melalui *Sustained attention to Response Task* (SART). Tes ini dirancang untuk mengevaluasi kecenderungan kesalahan akibat hilangnya fokus saat mengerjakan tugas monoton [1]. SART melibatkan tugas menekan tombol untuk angka yang muncul secara berulang, kecuali untuk angka target yang mengharuskan responden menahan respons (*go/no-go*) [1]. Penelitian menunjukkan bahwa kesalahan dalam SART berkorelasi dengan menurunnya perhatian serta kinerja sehari-hari [14]. Namun, SART konvensional hanya mengandalkan akurasi perilaku, sehingga kurang mampu menangkap waktu reaksi atau perubahan aktivitas otak yang mendasarinya.

1.2 Analisis Masalah

Penurunan kemampuan *sustained attention* menjadi masalah serius di kalangan akademisi dan profesional, berdampak pada produktivitas dan fungsi kognitif. Dari sisi psikologis, tes SART konvensional belum sepenuhnya menangkap dinamika atensi seperti fluktuasi fokus dan waktu reaksi, sementara intervensi seperti aromaterapi membutuhkan analisis objektif melalui indikator neurofisiologis. Secara teknis, integrasi SART dengan EEG menghadapi tantangan presisi sinkronisasi dan pemrosesan sinyal EEG, terutama untuk mengisolasi komponen kritis seperti ERP yang merefleksikan alokasi atensi. Dari perspektif neurosains, *sustained attention* melibatkan aktivitas *prefrontal* dan *parietal cortex*, dengan gelombang *beta* (13-30 Hz) dan ERP sebagai penanda kunci. Analisis multimodal ini tidak hanya memvalidasi efek intervensi tetapi juga mengungkap mekanisme neurobiologis di balik gangguan atensi. Kolaborasi pendekatan psikologis, teknis, dan *neurosains* menjadi kunci untuk pengembangan alat evaluasi atensi yang lebih komprehensif dan andal.

1.2.1 Aspek Teknis

Psikolog saat ini menghadapi kendala teknis dalam upaya peningkatan fungsi kognitif *sustained attention* atau atensi melalui pelaksanaan tes *Sustained attention to Response Task* (SART). Kebutuhan akan sistem yang mampu mencatat *response time* dan *timestamp* dari reaksi pengguna terhadap stimulus secara akurat menjadi hal yang krusial. Sistem ini memerlukan sinkronisasi yang presisi antara stimulus visual yang ditampilkan di layar komputer dengan perekaman aktivitas otak menggunakan EEG. Ketidaksesuaian waktu sebesar beberapa milidetik saja dapat mengakibatkan kesalahan interpretasi data, terutama ketika menganalisis komponen *Event-Related Potential* (ERP) yang muncul dalam rentang waktu sangat singkat setelah stimulus [15].

Kesulitan lain muncul dalam membaca dan mengolah data EEG. Data EEG bersifat kompleks karena mengandung banyak gangguan (*noise*), seperti artefak dari gerakan mata, kedipan, aktivitas otot dan sebagainya [16]. Dibutuhkan sistem yang mampu menangkap dua jenis data secara simultan dan terkordinasi. Pertama, data perilaku dari tes SART yang mencakup ketepatan jawaban, waktu reaksi, dan pola respons terhadap stimulus angka [14]. Kedua, data fisiologis dari EEG yang merekam fluktuasi listrik di permukaan kulit kepala sebagai representasi aktivitas neuron otak [17]. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan beberapa tahap pemrosesan sinyal yang canggih. Tahap pra-pemrosesan salah satu diantaranya penyaringan frekuensi (*filtering*) untuk memisahkan komponen sinyal yang diinginkan dari *noise*.

Dalam upaya observasi pengaruh aromaterapi terhadap atensi (*sustained attention*) melalui perbandingan hasil tes SART dalam dua kondisi (dengan dan tanpa aromaterapi) diperlukan kemampuan pemrosesan sinyal EEG yang dapat mengidentifikasi ERP yang berkaitan dengan proses kognitif. Pada tahap analisis, diperlukan sistem yang mampu mengidentifikasi dan mengkuantifikasi komponen ERP yang muncul di otak setelah seseorang menerima stimulus yang bermakna atau jarang terjadi, contohnya ERP P300 yang muncul sekitar 200-500 ms setelah stimulus target [18]. Deteksi komponen ini memerlukan teknik rata-rata sinyal (*signal averaging*) berbasis waktu stimulus dan algoritma klasifikasi yang dapat membedakan respons *neural* terhadap stimulus target *versus* non-target. Tanpa metode yang tepat, sulit bagi psikolog untuk menarik kesimpulan yang valid mengenai efek aromaterapi pada atensi.

1.2.2 Aspek Psikologis

Permasalahan *short attention span* atau rentang perhatian yang semakin pendek merupakan fenomena yang semakin mengkhawatirkan, terutama di kalangan mahasiswa dan pekerja yang dituntut untuk berkonsentrasi dalam waktu lama [19]. Penurunan kemampuan mempertahankan fokus ini tidak hanya berdampak pada produktivitas, tetapi juga pada kualitas hasil kerja dan prestasi akademik [19]. Dalam konteks psikologis, kemampuan *sustained attention* atau atensi berkelanjutan sangat penting karena menjadi dasar untuk proses kognitif yang lebih tinggi, seperti pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan pemahaman informasi [20].

Berdasarkan hasil forum *Focus Group Discussion* (FGD) dengan tim psikologi UNISBA, psikolog membutuhkan alat ukur yang dapat mengevaluasi *sustained attention* secara objektif dan terperinci. Tes *Sustained attention to Response Task* (SART) merupakan salah satu metode yang sering digunakan, namun versi konvensional memiliki keterbatasan karena hanya mengandalkan akurasi respons tanpa memperhitungkan waktu reaksi (*response time*) dan perubahan fokus dari waktu ke waktu [21]. Padahal, data seperti *timestamp* (catatan waktu) setiap respons sangat penting untuk mengidentifikasi momen-momen ketika seseorang kehilangan konsentrasi [22]. Dengan demikian, pengembangan sistem SART yang mampu merekam *response time* dan *timestamp* secara akurat akan memberikan gambaran lebih lengkap tentang pola atensi seseorang.

Selain itu, analisis data EEG dalam penelitian psikologis sering kali menjadi kendala karena memerlukan keahlian khusus. Sinyal EEG yang merekam aktivitas listrik otak memang dapat mengungkapkan kondisi mental seseorang, seperti tingkat fokus, relaksasi, atau kelelahan namun, data EEG mentah biasanya mengandung banyak gangguan (*noise*), seperti sinyal dari kedipan mata atau gerakan otot, sehingga sulit dibaca secara langsung [16].

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah pengaruh intervensi seperti aromaterapi terhadap kemampuan atensi. Aromaterapi telah banyak digunakan untuk meningkatkan relaksasi dan fokus, tetapi mekanisme pengaruhnya terhadap otak masih perlu dikaji lebih mendalam. Dalam hal ini, komponen *Event-Related Potential* (ERP) P200, P300, P500 yang muncul sekitar 200 - 500 milidetik setelah seseorang menerima stimulus dapat menjadi indikator penting [23]. Khususnya P300 mencerminkan bagaimana otak memproses informasi dan mengalokasikan perhatian. Dengan membandingkan respons P300 dalam kondisi menggunakan aromaterapi dan tanpa aromaterapi, psikolog dapat memahami apakah intervensi tersebut benar-benar memperbaiki *sustained attention* [23].

1.2.3 Aspek Neurosains

Dari perspektif neurosains, *fenomena short attention span* dapat dipahami melalui mekanisme neurobiologis yang mengatur proses atensi di dalam otak. *Sustained attention* atau atensi berkelanjutan melibatkan jaringan saraf yang kompleks, terutama di area *prefrontal cortex* yang berperan dalam pengendalian kognitif dan *parietal cortex* yang terkait dengan pengalokasian perhatian [24]. Penelitian menunjukkan bahwa penurunan kemampuan mempertahankan fokus berkaitan dengan perubahan aktivitas gelombang otak, khususnya pada frekuensi *beta* (13-30 Hz) yang berasosiasi dengan keadaan waspada dan fokus [25].

Penggunaan *Electroencephalography* (EEG) sebagai alat ukur aktivitas otak memberikan keunggulan dalam hal resolusi temporal yang tinggi, memungkinkan pengamatan dinamika neural dalam orde milidetik [4]. Namun, tantangan utama terletak pada sifat sinyal EEG yang memiliki amplitudo kecil (mikrovolt) sehingga rentan terhadap interferensi dari sumber *noise* seperti aktivitas otot, gerakan bola mata, atau gangguan listrik lingkungan [16]. Oleh karena itu, diperlukan tahap *pre-processing* yang canggih meliputi *filtering* untuk memastikan kualitas sinyal yang dianalisis.

Komponen *Event-Related Potential* (ERP) P300 menjadi fokus penting dalam penelitian ini karena merefleksikan proses kognitif terkait atensi dan pengambilan Keputusan [23]. P300 yang muncul sekitar 200-500 ms pasca stimulus visual pada tes SART menunjukkan mekanisme target detection dan alokasi sumber daya kognitif [23]. Pada kasus *attention lapse*, amplitudo P300 cenderung menurun secara signifikan [26]. Analisis komponen ini memerlukan *epoching* sinyal EEG yang tepat dengan *time-locking* terhadap stimulus, dilanjutkan dengan *averaging across trials* untuk meningkatkan *signal-to-noise ratio* [27].

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Permasalahan *short attention span* telah mendorong pengembangan berbagai metode pengukuran atensi, beberapa di antaranya adalah *Conners' Continuous Performance Test* (CCPT), *CPT-II*, *CPT-III*, *Test of Variables of Attention* (TOVA), *ARCPT*, *Sustained attention to Response Task* (SART), *Psychomotor Vigilance Task* (PVT), *GradGPT*, *Mindful Attention Task* (MCT), dan *Stroop Test* [1]. Alat-alat ini dirancang untuk mengevaluasi kemampuan atensi secara objektif melalui tugas-tugas yang membutuhkan fokus berkelanjutan, respons terhadap stimulus, atau inhibisi respons. Namun, sebagian besar tes ini memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada akurasi perilaku tanpa mempertimbangkan data waktu reaksi (*response time*) atau aktivitas neurologis yang mendasarinya.

CPT bekerja dengan meminta partisipan merespons stimulus tertentu secara berulang. Metode ini cukup baik untuk menilai kewaspadaan, tetapi kurang mampu mendeteksi perubahan atensi yang terjadi secara cepat [1]. Para peserta perlu menekan bilah spasi ketika mereka melihat rangsangan nontarget (non-X), sementara mereka perlu menahan respons terhadap huruf target X [1]. Rangsangan terjadi pada interval interstimulus 1-, 2-, atau 4-s (ISI) selama CPT *Conners* [1]. Sedangkan SART mengharuskan partisipan menekan tombol untuk semua angka yang muncul kecuali angka target tertentu. Tes ini lebih sensitif dalam mengidentifikasi *lapses of attention*, tetapi hasilnya dapat terpengaruh jika partisipan mengalami kelelahan [1].

Untuk menganalisis aktivitas otak, teknik pengolahan sinyal EEG seperti *Event-Related Potential* (ERP) sering digunakan. ERP adalah sinyal listrik spesifik di otak yang direkam oleh EEG sebagai reaksi langsung terhadap suatu kejadian [28]. *Independent Component Analysis* (ICA) membantu memisahkan sinyal otak dari gangguan seperti kedipan mata, namun teknik ini tidak selalu berhasil jika *noise* terlalu besar [29]. *Time-Frequency Analysis* dan *Fast Fourier Transform* (FFT) memberikan gambaran perubahan frekuensi gelombang otak seiring waktu [30]. Kedua metode ini sangat detail, tetapi membutuhkan perhitungan yang rumit dan waktu pengolahan yang lebih lama.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

1. Merancang sistem aplikasi pengukuran atensi berbasis *Sustained attention to Response Task* (SART) berbasis *website* yang dilengkapi dengan pencatatan waktu reaksi (*response time*) dan *timestamp* secara presisi, sehingga mampu memberikan gambaran lebih komprehensif tentang fluktuasi atensi selama pelaksanaan tugas.
2. Menganalisis pengaruh intervensi aromaterapi terhadap *sustained attention* melalui pengukuran komponen *Event-Related Potential* (ERP) dan aktivitas gelombang otak.

1.5 Batasan Tugas Akhir

1. Sistem aplikasi berbasis *website* SART dibatasi hanya pada penggunaan angka 0–9 dan lingkaran sensor (•) sebagai stimulus visual dengan durasi tampilan angka 250 ms dan sensor 900 ms. Parameter yang dicatat terbatas pada *response time*, *timestamp*, dan akurasi jawaban (benar/salah).
2. Perekaman EEG dilakukan menggunakan perangkat Muse 2 dan Muse S dengan 4 saluran (AF7, AF8, TP9, TP10) pada *frekuensi sampling* 256 Hz. Analisis sinyal EEG hanya berfokus pada saluran AF7 dan AF8 dengan proses *filtering* yang dibatasi pada rentang frekuensi 1–40 Hz.

3. Identifikasi komponen ERP dalam penelitian ini terbatas pada deteksi P200 (200–300 ms), P300 (300–400 ms), dan P500 (500–600 ms) dengan kriteria amplitudo 6.5–20 μV .
4. Intervensi aromaterapi hanya menggunakan minyak esensial *lemongrass* dengan metode inhalasi pasif melalui *difuser*.
5. Penelitian melibatkan 20 responden berusia 18-25 tahun yang dibagi dalam kelompok kontrol dan eksperimen, tanpa melibatkan populasi dengan gangguan atensi khusus seperti ADHD. Kriteria responden dibatasi pada mereka yang tidak menggunakan kacamata, tidak mengonsumsi obat penekan saraf, dan tidak memiliki kebiasaan menggunakan wewangian.
6. Respon afektif dan fisiologis terhadap aromaterapi *lemongrass* berbeda, sehingga dapat menurunkan reliabilitas hasil pengukuran.
7. Rekaman EEG yang dianalisis bersumber dari partisipan sukarela, dan penanganan data dilakukan dengan memperhatikan prinsip kerahasiaan identitas sebagaimana diatur dalam etika penelitian ilmiah.