

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Deskripsi Umum Masalah

Emosi di definisikan sebagai respons intens terhadap stimulus yang berlangsung dalam durasi singkat dan disadari oleh individu. Tingkat stres dan gangguan mental di kalangan remaja semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Kesadaran masyarakat mengenai pentingnya kesehatan mental dan risiko yang dibawanya masih minim. Seseorang yang memiliki gangguan emosi cenderung menyembunyikan emosinya dari orang-orang di sekitarnya [1]. Tindakan berbahaya kerap dilakukan oleh sebagian orang dengan gangguan kesehatan mental sebagai bentuk pelampiasan emosi. Penggunaan teknologi untuk deteksi kondisi mental seseorang umumnya menggunakan Electroencephalography (EEG) atau Magnetoencephalography (MEG), namun keduanya cenderung mahal dan sulit di akses oleh kalangan umum.

Namun, penggunaan metode deteksi emosi yang tersedia saat ini masih menghadapi sejumlah kendala. Perangkat seperti EEG dan MEG memang memiliki akurasi yang tinggi, tetapi keduanya tergolong mahal, kompleks, dan tidak praktis untuk penggunaan sehari-hari. Di sisi lain, banyak individu yang mengalami gangguan emosi justru enggan untuk mencari bantuan, karena stigma sosial atau keterbatasan akses terhadap fasilitas medis. Kesulitan dalam mengekspresikan kondisi emosional juga menyebabkan keterlambatan dalam pelayanan. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan alternatif yang lebih mudah diakses, tanpa mengganggu kenyamanan pengguna dan tetap mampu memberikan gambaran objektif terhadap kondisi psikologis seseorang.

1.2. Analisis Masalah

Remaja merupakan kelompok usia yang rentan mengalami gangguan kesehatan mental akibat tekanan akademik, sosial, maupun pribadi. Di Indonesia tingkat gangguan kesehatan mental pada remaja usia 15-24 tahun tercatat sebesar 2,8%[2].

Gangguan ini berdampak serius pada kehidupan sehari-hari, seperti menurunnya konsentrasi, kehilangan motivasi, serta ketidakmampuan menjalankan tanggung jawab. Dalam jangka panjang, stres dan depresi yang tidak tertangani dapat memicu perilaku menyakiti diri sendiri hingga tindakan bunuh diri[3].

Sejumlah faktor dapat memengaruhi kondisi kesehatan mental seseorang, diantaranya pendidikan, ekonomi, dan tempat tinggal.

Tabel 1. 1 Masalah Kesehatan Mental Menurut Latar Belakang Sosial

Karakteristik	Masalah Kesehatan Mental
Tingkat Pendidikan	
Tidak/belum pernah sekolah	2.6 %
Tidak tamat SD/MI	2.4 %
Tamat SD/MI	2.4 %
Tamat SMP/MTs	2.2 %
Tamat SMA/MA	1.8 %
Tamat D1/D2/D3/PT	1.2 %
Status Ekonomi	
Terbawah	2.5 %
Menengah bawah	2.1 %
Menengah	2.0 %
Menengah atas	2.0 %
Teratas	1.8 %
Tempat Tinggal	
Perkotaan	2.4 %
Pedesaan	1.6 %

1.2.1. Aspek Pendidikan

Pendidikan memiliki peran penting dalam membentuk pola pikir, keterampilan, dan kesadaran individu terhadap kesehatan mental. Semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, semakin besar pula kemungkinannya untuk memahami cara mengelola stres, kecemasan, hingga depresi. Selain itu, pendidikan dapat membantu mengurangi stigma negatif terhadap gangguan mental, sehingga individu lebih terbuka terhadap terapi dan pengobatan psikologis. Pendidikan yang baik juga dapat mengantarkan seseorang kepada pekerjaan yang layak, yang dapat mengurangi tekanan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan psikologis.

1.2.2. Aspek Manufakturabilitas

Modul antenna aura berupa antenna mikrostrip dengan bahan substrat FR-4 ketebalan 1.6 mm dengan metode pencatutan *coaxial*. Antena dengan spesifikasi tersebut memiliki desain yang sederhana, biaya produksi yang relatif rendah, serta dapat diproduksi oleh banyak vendor. Namun, sistem deteksi dan analisis spektrum sinyal RF membutuhkan perangkat dengan kemampuan khusus. Spektrum sinyal yang perlu dideteksi berada pada frekuensi 590 MHz hingga 670 MHz. Perangkat untuk kebutuhan ini cenderung mahal dan sulit diperoleh karena frekuensi tersebut tidak termasuk ke dalam spektrum umum telekomunikasi. Komponen terakhir dalam sistem antenna aura yaitu aplikasi pengolahan dan klasifikasi emosi. Aplikasi ini dapat digunakan di komputer dengan OS Windows dengan bantuan bahasa program Python tanpa perlu perangkat khusus.

1.2.3. Aspek Ekonomi

Kondisi ekonomi individu dan keluarga juga menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi kesehatan mental seseorang. Individu yang mengalami kesulitan ekonomi lebih rentan mengalami stres, kecemasan, dan depresi karena ketidakpastian keuangan. Orang dengan kondisi ekonomi yang lemah juga memiliki keterbatasan akses layanan kesehatan mental seperti, biaya konsultasi psikolog, terapi, dan obat-obatan yang dibutuhkan. Pengangguran atau pekerjaan yang tidak stabil juga dapat menjadi salah satu faktor tingginya risiko gangguan kesehatan mental karena beban kerja yang berat dan ketidakstabilan finansial.

1.2.4. Aspek Tempat Tinggal

Lingkungan tempat tinggal sangat berpengaruh terhadap kondisi psikologis seseorang. Faktor seperti kepadatan penduduk, kualitas udara, akses terhadap fasilitas kesehatan, dan keamanan lingkungan menjadi beberapa faktor yang memengaruhi kesejahteraan mental individu. Lingkungan yang padat dan tidak sehat, di mana wilayah tersebut memiliki tingkat polusi yang cukup tinggi, kemacetan, kebisingan, hingga kurangnya ruang hijau juga dapat meningkatkan risiko gangguan kecemasan dan depresi. Hidup di daerah yang memiliki tingkat kejahatan tinggi juga menyebabkan

ketakutan yang berkelanjutan hingga meningkatkan risiko gangguan stres pascatrauma dan kecemasan sosial. Tinggal di daerah pedesaan atau daerah terpencil juga menjadi salah satu faktor tingginya gangguan kesehatan mental, dikarenakan keterbatasan mendapatkan akses layanan kesehatan mental yang berkualitas.

1.3. Analisis Solusi yang Ada

Sejumlah metode lain dapat digunakan untuk menentukan kondisi psikologis seseorang, diantaranya *Electroencephalography* (EEG), *Machine Learning* (ML), *Magnetoencephalography* (MEG), *Electromyography* (EMG), *Resonant Field Imaging* (RFI), dan *Electromagnetic Field* (EMF).

1.3.1. Electroencephalography

Electroencephalography atau EEG merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi sinyal listrik otak melalui elektroda yang ditempel pada kepala pasien. Metode ini melibatkan penggunaan elektrogram untuk mengukur aktivitas listrik otak yang merupakan sebuah metode yang telah digunakan secara luas dalam penelitian beban kognitif dan dianggap tepat dalam psikologi pendidikan. Sistem EEG biasanya dilengkapi dengan perangkat lunak canggih yang mempermudah proses penyaringan sinyal. Kelebihan EEG terletak pada resolusi temporalnya yang tinggi, sehingga memungkinkan untuk mengukur perubahan aktivitas pada skala milidetik[1]. Sinyal domain waktu dari EEG sering diubah menjadi domain frekuensi untuk mengidentifikasi gamma, theta, alfa, dan delta, yang sesuai dengan keadaan otak yang berbeda[1]. Sesuai dengan tabel di bawah.

Dalam konteks pemantauan kondisi psikologis, EEG menjadi salah satu metode utama karena mampu merekam respons otak terhadap rangsangan emosional. Aktivitas gelombang otak yang terekam, seperti peningkatan gelombang beta saat seseorang mengalami stres atau dominasi gelombang alfa saat dalam keadaan relaksasi, memberikan indikasi objektif terhadap mental individu. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi tingkat kecemasan, konsentrasi, atau kelelahan mental secara kuantitatif. Oleh karena itu, EEG sering digunakan dalam terapi psikofisiologi, terapi neurofeedback, serta pengembangan sistem pendeteksi emosi berbasis sinyal otak.

Tabel 1. 2 Jenis Gelombang Otak dan Fungsinya

Gama (γ) Diatas 32 Hz	Kemampuan yang dimiliki untuk merasakan empati yang kuat dan mengikuti intuisi	Gelombang yang dihasilkan dalam keadaan terjaga ini menunjukkan kesempatan untuk mengakses aktivitas bawah sadar.
Beta (β) 16–32 Hz	Penuh konsentrasi	Biasanya, gelombang ini dihasilkan di bagian depan dan tengah otak. Dalam situasi ini, otak mampu dengan mudah melakukan: analisis, penyiapan informasi, menghasilkan solusi, dan ide-ide baru.
Alfa (α) 8–16 Hz	Kreativitas dan Relaksasi	Gelombang alfa mendukung koordinasi mental secara menyeluruh, ketenangan serta memberikan relaksasi kepada tubuh.
Theta (θ) 4–8 Hz	Relaksasi yang mendalam	Frekuensi gelombang ini berkaitan dengan pelepasan stress yang mendalam. Hal ini dapat meningkatkan kesehatan, dan kemampuan belajar.

1.3.2. Magnetoencephalography

Magnetoencephalography atau MEG merupakan alat yang digunakan untuk mengukur aktivitas otak dengan cara mendeteksi medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik di otak. MEG bekerja dengan cara mendeteksi, merekam, dan menganalisis medan magnet menggunakan sensor magnetik yang sensitif[4]. Sistem sensor tersebut terdiri dari sirkuit kecil beresolusi tinggi yang terhubung pada perangkat yang disebut *Super Conducting Quantum Interference Device* (SQUID), yang merupakan perangkat interferensi kuantum superkonduktor. Alat *neuroimaging* seperti MEG berguna untuk mengidentifikasi perubahan struktural dan fungsional di otak yang bermanfaat dalam diagnosis dini penyakit. MEG mencatat sinyal-sinyal otak, baik normal maupun abnormal dengan presisi setiap milidetik[4].

Perbedaan tes diagnostik antara MEG dan EEG adalah, EEG mencatat aktivitas listrik di otak, sedangkan MEG merekam medan magnet di otak yang berasal dari aktivitas listrik otak. MEG memiliki keunggulan berupa resolusi temporal yang tinggi dibandingkan dengan EEG. MEG juga memiliki kemampuan untuk mengukur *neuron* secara langsung dengan hasil waktu yang nyata, serta penentuan posisi yang dinamis dan akurat[4]. Disamping itu, MEG juga memiliki kekurangan yang berupa biaya penerapan yang cukup tinggi, *Signal-to-Noise-Ratio* (SNR) yang rendah, serta memiliki kerentanan terhadap variasi struktur kepala. Berikut adalah perbedaan antara EEG dan MEG.

MEG mengukur kekuatan medan magnet yang berkisar antara 10^{-12} hingga 10^{-15} Tesla, artinya lebih rendah dari kekuatan medan magnet bumi yang sebesar 10^{-4} hingga 10^{-5} Tesla, dan bahkan lebih rendah dari kekuatan medan magnet yang dihasilkan oleh jantung dan otot.

Tabel 1. 3 Perbandingan EEG dan MEG

Sistem	Cara Kerja	Kelebihan	Kekurangan
Electroencephalography (EEG)	Deteksi aktivitas medan listrik otak	Resolusi temporal tinggi dan berlaku untuk perekaman jangka panjang.	Resolusi spasial lebih rendah dan penetrasi sinyal terbatas.
Magnetoencephalography (MEG)	Deteksi aktivitas medan magnet otak	Resolusi temporal tinggi, kualitas sinyal tinggi, pengukuran langsung aktivitas neuron, serta keamanan dan dinamika waktu nyata.	Biaya penggunaan yang tinggi, SNR rendah, rentan terhadap struktur kepala, dan tidak dapat secara langsung mencerminkan pola aktivitas otak pada korteks.

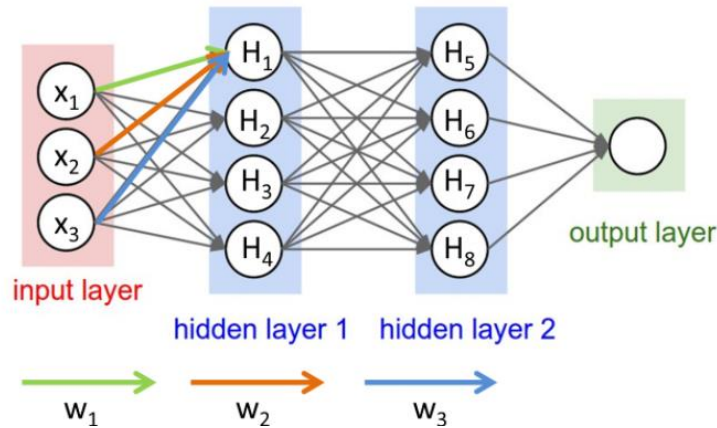
1.3.3. Electromyography

Electromyography (EMG) adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi arus listrik yang dihasilkan sel otot. Peran EMG dalam deteksi emosi yaitu menentukan hubungan korelasi antara emosi kognitif dengan reaksi fisiologis. EMG bekerja dengan cara mengukur tegangan antara elektroda khusus. Elektroda harus di kalibrasi untuk setiap pengguna karena karakteristik setiap orang berbeda. Kalibrasi dilakukan dengan cara mengukur tegangan ketika subjek dalam kondisi tenang.

1.3.4. Machine Learning

Emosi seseorang dapat ditentukan berdasarkan ekspresi wajahnya. Manusia dapat langsung menentukan ekspresi seseorang, namun cara tersebut membutuhkan proses yang rumit jika menggunakan komputer. *Machine Learning* (ML) dapat mempercepat proses tersebut menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN).

Machine Learning bekerja dengan cara mempelajari kumpulan data mengenai foto ekspresi manusia dan menentukan karakteristik setiap ekspresi. Citra yang diperoleh ditentukan karakteristiknya kemudian dibandingkan dengan data yang sudah ada untuk ditentukan kategori ekspresi yang sesuai.



Gambar 1. 1 Diagram Jaringan Saraf pada Machine Learning

Machine Learning membutuhkan banyak data untuk melatih *Neural Network* (NN). Proses melatih NN pun membutuhkan komputasi yang sangat besar. Data yang digunakan untuk melatih NN adalah data bersih yang akurat, karena jika data tersebut cacat maka ML yang dihasilkan tidak dapat mendeteksi emosi secara akurat. Kelebihan dari penggunaan ML, yaitu deteksi dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. ML juga dapat diaplikasikan di berbagai perangkat yang tersedia secara luas, misalnya gawai.

1.3.5. *Resonant Field Imaging*

Resonant Field Imaging (RFI) adalah sebuah pengujian yang melibatkan penggunaan sinyal elektromagnetik untuk memberikan *feedback* dalam suatu sistem, serta proses pencitraan atau pengambilan gambar. Teknologi ini memberikan informasi ilmiah yang terperinci dan interpretasi objektif untuk semua aura dan medan bioenergi[5]. Teknologi ini juga mengidentifikasi jenis dan fungsi dari semua bioenergi yang ada di daerah tertentu manusia. RFI merupakan teknologi pencitraan aura pertama yang mampu menciptakan warna bioenergi benda, tumbuhan, hewan, dan bahkan

bioenergi sekitar atau gelombang otak di udara. Sistem RFI secara akurat mengidentifikasi dan menafsirkan 15 warna bioenergi[5].

Pada dasarnya semua aktivitas mental melibatkan listrik dan impuls listrik dari otak yang tersebar ke seluruh sistem saraf, menghasilkan medan listrik yang mencerminkan jenis aktivitas mental yang memicunya. Oleh karena itu, untuk melakukan analisis ilmiah yang objektif terhadap kondisi mental dan emosional diperlukan pemahaman teknis mengenai sifat elektromagnetik dari berbagai kondisi mental melalui studi kasus. Dengan memetakan medan elektromagnetik di sekitar tubuh manusia, pencitraan aura menggunakan *Resonant Field Imaging* (RFI) yang merupakan titik awal objektif untuk analisis psikologis.

1.3.6. *Electromagnetic Field*

Electromagnetic field (EMF) adalah hasil dari perpaduan antara medan magnet dan medan listrik yang timbul akibat adanya pergerakan muatan listrik. Medan ini dapat bersifat tetap (statis) atau berubah (dinamis). Sifat ini menjadi landasan bagi berbagai fenomena fisika modern seperti gelombang radio, cahaya, serta radiasi elektromagnetik yang dimanfaatkan dalam teknologi komunikasi dan pengukuran[6]. Oleh karena itu, pemahaman tentang EMF menjadi sangat penting dalam pengembangan berbagai inovasi teknologi berbasis sinyal dan energi.

Tubuh manusia manusia secara alami menghasilkan medan elektromagnetik yang berasal dari aktivitas biologis seperti detak jantung (bioelektrik), aktivitas otak (gelombang otak), dan pergerakan otot. Medan elektromagnetik ini sangat lemah dan sebagian besar berada dalam spektrum frekuensi sangat rendah (ELF) dan frekuensi rendah (LF), yaitu di bawah 300 Hz. Meskipun intensitasnya rendah, medan ini tetap nyata dan secara konsisten mengelilingi tubuh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa teknologi modern bahkan dirancang untuk menangkap atau memantau sinyal-sinyal biologis ini dalam aplikasi medis dan penelitian ilmiah.

Tubuh manusia menghasilkan dan memengaruhi medan elektromagnetik di sekelilingnya. Dalam konteks ini, perubahan gerakan atau arah antenna dianggap sebagai respons terhadap ketidakseimbangan atau perubahan medan

bioelektromagnetik yang terjadi, khususnya saat individu mengalami kondisi emosional tertentu. Hubungan antara keadaan emosional dan medan elektromagnetik tubuh telah didukung oleh berbagai penelitian. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa tubuh mampu menyerap, memodifikasi, dan memancarkan medan di sekitarnya.

Medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh tubuh manusia tidak hanya mencerminkan fungsi biologis internal. Medan ini juga bersifat dinamis dan dapat mengalami perubahan. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi mental dan emosional individu. Dengan kata lain, keadaan psikologis seseorang dapat tercermin dalam pola elektromagnetiknya.

1.4. Tujuan Tugas Akhir

1. Menciptakan teknologi alternatif untuk deteksi kondisi psikologis manusia.
2. Merancang sistem antena untuk deteksi sinyal psikologis manusia.
3. Merancang aplikasi analisis yang mengklasifikasi sinyal tersebut berdasarkan magnituda setiap pita frekuensi.
4. Membandingkan hasil analisis emosi sistem deteksi aura dengan kondisi psikologis sesungguhnya.

1.5. Batasan Tugas Akhir

Sistem deteksi aura bekerja dengan cara mengukur daya sinyal elektromagnetik pada frekuensi 590 MHz hingga 670 MHz. Perangkat penerima sinyal berupa antena mikrostrip dan RF Receiver yang terhubung dengan komputer. Aplikasi pada komputer mengolah dan menganalisis sinyal tersebut kemudian mengklasifikasikan sinyal berdasarkan pita frekuensi dan daya terima. Hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk warna dan kalimat deskriptif.