

Implementasi Sistem Berbasis *Software Defined Radio* untuk Deteksi Dini Kondisi Psikologis

1st Syifa Mutia
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia

sipamutia@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rina Pudji Astuti
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia

rinapudjiastuti@telkomuniversity.ac.id

3rd Levy Olivia Nur
School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia

levyolivia@telkomuniversity.ac.id

TABEL 1

Masalah Kesehatan Mental

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 %

Abstrak — Kesehatan mental remaja saat ini sedang menjadi pusat perhatian di berbagai belahan dunia. Hal ini disebabkan adanya peningkatan angka gangguan psikologis yang dikarenakan stres, kecemasan, hingga depresi. Remaja sering kali kesulitan dalam mengenali atau mengungkapkan kondisi emosional mereka, sehingga gejala awal gangguan psikologis sering diabaikan. Mereka bisa tampak baik-baik saja, padahal menyimpan beban emosional yang berat. Untuk mengatasi masalah tersebut, dikembangkan sistem pemantauan psikologis tanpa kontak langsung menggunakan antena mikrostrip multisisirkular. Antena ini dirancang untuk menangkap sinyal elektromagnetik tubuh manusia dalam rentang frekuensi 590 hingga 670 MHz. Sinyal yang diterima kemudian diproses menggunakan *radio frequency receiver* dan dianalisis menggunakan program Python. Program ini dirancang untuk memetakan frekuensi ke dalam tiga warna aura yang merepresentasikan emosi, seperti cyan (empati), hitam (kemarahan), dan biru (relaksasi). Berdasarkan pengujian, sistem berhasil menangkap sinyal elektromagnetik dengan nilai gain sebesar 2 dB setelah optimasi. Nilai ini menunjukkan performa antena sesuai target. Warna aura yang divisualisasikan konsisten dengan respons psikologis subjek. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti mampu memberikan solusi untuk deteksi awal kondisi psikologis secara praktis, non-kontak, dan berpotensi untuk menjadi solusi pendukung layanan kesehatan mental berbasis teknologi.

Kata kunci— Antena mikrostrip, Aura, Deteksi dini, Kesehatan mental, Remaja.

I. PENDAHULUAN

Tingkat stres dan gangguan mental di kalangan remaja semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Kesadaran masyarakat mengenai pentingnya kesehatan mental dan risiko dibawahnya masih sangat minim. Selama ini, metode yang digunakan untuk deteksi kondisi mental seseorang umumnya menggunakan *electroencephalography* (EEG) atau *magnetoencephalography* (MEG), namun keduanya cenderung mahal dan sulit di akses. Perangkat EEG dan MEG memang memiliki akurasi yang tinggi, tetapi tergolong mahal, kompleks, dan tidak praktis untuk penggunaan sehari-hari[1].

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%. gangguan ini berdampak serius pada kehidupan sehari-hari, seperti penurunan konsentrasi, kehilangan motivasi, serta ketidakmampuan menjalankan tanggung jawab. Sejumlah faktor dapat memengaruhi kondisi kesehatan mental seseorang, diantaranya pendidikan, ekonomi, dan tempat tinggal[2].

A. Faktor Pendidikan

Pendidikan memiliki peran penting dalam membentuk pola pikir, keterampilan, dan kesadaran individu terhadap kesehatan mental. Orang dengan pendidikan lebih tinggi cenderung memiliki pemahaman yang lebih baik dalam mengatasi stres, kecemasan, maupun depresi. Pendidikan yang memadai dapat membuka peluang bagi seseorang untuk memperoleh pekerjaan yang layak. Kesempatan ini mampu mengurangi tekanan ekonomi sekaligus meningkatkan kesejahteraan psikologis[3].

B. Faktor Ekonomi

Kondisi ekonomi individu dan keluarga juga menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi kesehatan mental seseorang. Individu dengan kondisi ekonomi lemah kerap mengalami keterbatasan dalam memperoleh layanan kesehatan mental, seperti konsultasi psikolog, terapi, dan obat-obatan. Pengangguran dan pekerjaan yang tidak stabil juga dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan kesehatan mental. Hal ini disebabkan oleh beban kerja yang berat serta ketidakstabilan kondisi finansial yang dialami.

C. Faktor Tempat Tinggal

Kesehatan psikologi individu tidak terlepas dari pengaruh lingkungan tempat tinggal. Lingkungan yang padat, tidak sehat, dipenuhi polusi, kemacetan, kebisingan, serta minim ruang hijau juga memberikan dampak meningkatkan risiko kecemasan maupun depresi. Risiko gangguan kesehatan mental juga lebih tinggi pada masyarakat di wilayah pedesaan atau terpencil akibat sulitnya memperoleh layanan kesehatan mental yang memadai.

Tujuan penggunaan *Software Defined Radio* (SDR) dalam penelitian ini adalah menyediakan alternatif teknologi deteksi kondisi kesehatan mental yang lebih murah, mudah diakses, dan praktis dibandingkan metode konvensional seperti EEG atau MEG. Pemanfaatan SDR memungkinkan penerimaan sinyal elektromagnetik tubuh yang kemudian diubah menjadi data digital untuk dianalisis secara *real-time*, sehingga mendukung pemantauan non-invasif terhadap perubahan amplitudo dan fasa sinyal yang berkaitan dengan kondisi psikologis. Teknologi ini diharapkan membantu remaja serta masyarakat luas melakukan deteksi dini gangguan kesehatan mental tanpa memerlukan peralatan mahal, sekaligus meningkatkan kesadaran akan pentingnya kesehatan mental melalui pendekatan yang efisien dan terjangkau.

II. KAJIAN TEORI

A. Gelombang Elektromagnetik

Elektromagnetik adalah fenomena fisika yang menggambarkan interaksi antara medan listrik dan medan magnet yang saling tegak lurus dan merambat sebagai gelombang[4]. Berdasarkan persamaan Maxwell yang merupakan kombinasi dari hukum Faraday tentang induksi elektromagnetik dan hukum Ampere yang telah dimodifikasi dengan penambahan arus perpindahan, gelombang elektromagnetik dapat merambat dengan kecepatan:

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

Dimana:

μ_0 : Permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7}$)

ϵ_0 : Permetivitas ruang hampa ($8,854 \times 10^{-12}$)

Gelombang elektromagnetik tersusun atas dua komponen utama, yaitu medan listrik dan medan magnet. Medan listrik E dan medan magnet B saling tegak lurus, sekaligus keduanya juga tegak lurus terhadap arah rambat gelombang. Ketiga orientasi yang saling ortogonal tersebut membuat gelombang elektromagnetik termasuk sebagai gelombang transversal.

B. Fast Fourier Transform

Fast Fourier Transform (FFT) adalah algoritma yang digunakan untuk menghitung transformasi Fourier diskrit (DFT) dan inversnya secara cepat. Transformasi Fourier sendiri merupakan teknik matematis yang mengubah sinyal domain waktu ke domain frekuensi untuk mengidentifikasi komponen frekuensinya. DFT memiliki peran penting dalam pemrosesan sinyal digital, tetapi perhitungannya kompleks dan memerlukan waktu yang lama ketika data berukuran besar[5]. FFT hadir sebagai solusi dengan mengurangi kompleksitas komputasi sehingga perhitungan dapat dilakukan lebih cepat. Dalam spectrum analyzer berbasis SDR, FFT berfungsi sebagai algoritma utama untuk mengubah sinyal waktu menjadi representasi frekuensi secara *real-time*[5]. Algoritma ini memungkinkan spektrum sinyal RF yang diterima perangkat SDR ditampilkan secara langsung. FFT unggul dalam efisiensi karena mampu mempercepat analisis spektrum dibandingkan DFT konvensional. Algoritma ini sangat optimal ketika digunakan pada data digital dengan panjang tertentu, terutama yang berupa kelipatan dua.

Radio Frequency Receiver (RF receiver) berfungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik dari antena dan mengubahnya menjadi sinyal informasi yang dapat diproses lebih lanjut. RF receiver adalah sebuah sistem yang kompleks namun memiliki peran penting dalam komunikasi nirkabel. Perangkat ini memungkinkan penangkapan sinyal yang merambat di udara dan mengubahnya menjadi informasi yang dapat dimanfaatkan. Pada penelitian ini, jenis RF receiver yang digunakan adalah *software defined radio* (SDR).

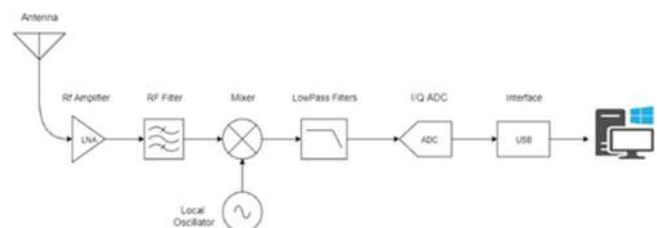


GAMBAR 1
SDR Dongle

D. Pemrosesan Sinyal I/Q Pada SDR

Software Defined Radio (SDR) adalah perangkat radio yang menerima sinyal RF dan mengubahnya menjadi sinyal digital untuk diproses komputer. Sinyal RF dari antena di *downconvert* ke frekuensi rendah oleh SDR, lalu dikonversi menjadi data digital I (*In-phase*) dan Q (*Quadrature*). Data I/Q merepresentasikan amplitudo dan fasa sinyal, sehingga penting untuk analisis spektrum sinyal elektromagnetik tubuh secara non-invasif[6]. Dengan format I/Q, perubahan amplitudo dan fasa dapat diamati dalam domain waktu maupun frekuensi untuk mengungkap karakteristik sinyal tubuh. Pengolahan sinyal I/Q umumnya dilakukan menggunakan MATLAB atau Python, termasuk perhitungan daya total untuk mengestimasi intensitas sinyal. Hasilnya dapat ditingkatkan akurasi melalui filter, analisis spektrum, dan pemantauan amplitudo serta fasa secara *real-time*[7].

III. METODE



GAMBAR 2
Blok Diagram RF Receiver

A. Antena

Antena menangkap gelombang elektromagnetik dari lingkungan dan mengubahnya menjadi tegangan arus kecil pada terminal antena. Keluaran di tahap ini masih berupa sinyal RF analog dengan level yang sangat lemah dan tercampur noise serta interferensi dari berbagai sumber. Sinyal ini bersifat mentah karena belum melalui proses penguatan maupun penyaringan awal. Tahap selanjutnya diperlukan untuk memperbaiki kualitas sinyal agar dapat diproses dengan lebih akurat.

B. Low-Noise Amplifier

Sinyal lemah dari antena diperkuat oleh *Low-Noise Amplifier* (LNA) agar level sinyal naik sejak awal dengan tambahan noise yang sangat kecil. Penempatan LNA sedekat mungkin dengan antena membantu meminimalkan rugi kabel sekaligus menjaga nilai *signal-to-noise ratio* (SNR) tetap stabil. Pancaran elektromagnetik dari tubuh manusia bersifat lemah dan mudah tersebar, sehingga sinyal yang ditangkap

berukuran sangat kecil serta rentan terhadap gangguan luar seperti interferensi perangkat elektronik, *noise* termal, maupun pancaran frekuensi dari stasiun pemancar. Jika sinyal diteruskan langsung tanpa penguatan awal, nilai SNR akan rendah dan sulit diproses lebih lanjut[8]. LNA dirancang untuk memberikan gain pada sinyal RF dengan tambahan *noise* yang sangat kecil, berbeda dengan penguat biasa. Dalam sistem pemantauan kondisi psikologis berbasis SDR, peran LNA sangat penting karena mampu memperkuat sinyal fisiologis yang lemah sambil tetap menjaga kualitasnya dari gangguan.

C. Radio Frequency Filter

RF filter memiliki peran penting dalam sistem penerima karena berfungsi menyaring sinyal di luar frekuensi target. Antena yang bersifat pasif menangkap seluruh sinyal elektromagnetik di sekitarnya, baik dari tubuh manusia maupun sumber eksternal, sehingga tanpa penyaringan yang tepat sistem akan menerima campuran sinyal penuh interferensi[9]. Pada penelitian ini, RF filter dirancang hanya untuk melewatkan sinyal dalam rentang 590–670 MHz dengan karakteristik bandpass dan *roll-off* tajam agar sinyal luar pita dapat diredam secara efektif. Penyesuaian *center frequency* dan bandwidth menjadi kunci untuk menjaga sensitivitas terhadap sinyal target sekaligus meredam gangguan. Desain filter juga memperhatikan faktor kualitas, *insertion loss*, serta stabilitas terhadap suhu agar kinerjanya tetap optimal di berbagai kondisi. Hasil penyaringan membuat *noise* bandwidth lebih sempit, interferensi berkurang, dan sinyal yang masuk ke mixer menjadi lebih bersih sehingga hasil digitalisasi lebih akurat[9].

D. Mixer

Blok mixer merupakan komponen penting dalam sistem penerima karena berfungsi melakukan konversi frekuensi atau down-conversion. Proses ini dibutuhkan karena sinyal RF dari antena berada pada frekuensi tinggi yang sulit diproses langsung oleh perangkat digital. Untuk itu, sinyal RF diturunkan ke frekuensi lebih rendah, baik dalam bentuk baseband maupun *intermediate frequency* (IF), agar lebih mudah diolah oleh ADC. Mixer bekerja dengan menggabungkan sinyal utama dari antena dengan sinyal referensi yang dihasilkan oleh *local oscillator* (LO). Hasil penggabungan menghasilkan dua frekuensi baru, yaitu:

Penjumlahan:

$$(f_{RF} + f_{LO})$$

Pengurangan:

$$(f_{RF} - f_{LO})$$

Sinyal hasil pengurangan umumnya dipilih karena lebih rendah dan sesuai untuk pemrosesan digital. IF yang dihasilkan mempermudah proses filtering, konversi analog ke digital, serta pengolahan sinyal beresolusi tinggi. Dalam sistem pemantauan psikologis non-kontak, kualitas mixer sangat menentukan karena sinyal IF yang bersih meningkatkan akurasi analisis kondisi psikologis. Selain itu, mixer juga memberikan fleksibilitas pada SDR, sebab frekuensi pemantauan dapat diubah hanya dengan menyesuaikan LO melalui *software*.

E. Local Oscillator

Local Oscillator (LO) adalah rangkaian elektronik yang menghasilkan sinyal dengan frekuensi stabil, akurat, dan terkendali. Sinyal yang dihasilkan biasanya berupa gelombang sinusoidal bersih dan digunakan sebagai referensi dalam proses komunikasi radio. Fungsi utama LO adalah

melakukan translasi frekuensi, yaitu menggeser sinyal dari satu frekuensi ke frekuensi lain melalui proses *mixing*. Ketika digabungkan dengan sinyal RF dalam mixer, LO menghasilkan dua frekuensi baru, dan hasil pengurangan lebih sering dipilih karena lebih rendah serta mudah diproses secara digital[10]. Proses ini menyederhanakan desain sistem digital, sebab perangkat cukup bekerja pada satu frekuensi tetap meskipun sinyal masuk bervariasi. Dalam teknologi SDR, LO sangat penting karena memungkinkan perubahan frekuensi pemantauan hanya dengan penyesuaian *software* tanpa perlu mengganti komponen fisik. Stabilitas dan keakuratan LO menjadi faktor penentu kualitas sistem, sebab LO yang tidak presisi dapat menyebabkan hasil *mixing* meleset dari target, mengganggu digitalisasi, dan menghasilkan visualisasi yang tidak valid.

F. Low-Pass Filter

Low-Pass Filter (LPF) adalah filter elektronik yang melewatkan sinyal berfrekuensi rendah hingga batas tertentu (*cutoff frequency*), sementara sinyal di atas batas tersebut akan diredam. Karakteristik ini menjadikan LPF efektif untuk membersihkan sinyal dari gangguan atau *noise* berfrekuensi tinggi[11]. Dalam sistem komunikasi, LPF berfungsi menghilangkan *noise* tinggi sekaligus mencegah aliasing yang dapat terjadi saat proses *sampling* oleh ADC. Penempatan LPF biasanya dilakukan setelah proses *mixing* atau down-conversion agar sinyal yang masuk lebih bersih sebelum digitalisasi. Pada sistem pemantauan psikologis berbasis SDR, LPF memastikan kejernihan sinyal dengan meredam komponen tidak relevan, baik dari lingkungan maupun dari hasil *mixing*.

G. I/Q Analog to Digital Converter

I/Q ADC merupakan blok penting dalam sistem SDR, termasuk pada pemantauan psikologis non-kontak berbasis SDR. Setelah sinyal RF diturunkan oleh mixer dan dibersihkan oleh LPF, sinyal analog dikonversi menjadi digital melalui ADC. Proses ini menggunakan metode I/Q *sampling*, di mana sinyal dibagi menjadi dua komponen, yaitu *In-phase* (I) dan *Quadrature* (Q)[12]. Komponen I mewakili sinyal utama, sedangkan komponen Q tertinggal 90 derajat, sehingga sistem dapat menangkap informasi amplitudo dan fasa secara bersamaan. Digitalisasi I/Q memberikan keuntungan berupa resolusi spektral yang lebih tinggi dan fleksibilitas pemrosesan berbasis *software*. Dalam konteks analisis fisiologis, I/Q ADC berperan penting dalam memastikan akurasi interpretasi data psikologis secara *real-time*[12].

Bagian ini berisi paparan objektif peneliti terhadap hasil-hasil penelitian berupa penjelasan dan analisis terhadap penemuan-penemuan penelitian, penjelasan serta penafsiran dari data dan hubungan yang diperoleh, serta pembuatan generalisasi dari penemuan. Apabila terdapat hipotesis, maka pada bagian ini juga menjelaskan proses pengujian hipotesis beserta hasilnya.

H. USB Interface

Data digital hasil konversi I/Q dikirim ke komputer melalui USB interface sebagai jalur komunikasi utama antara hardware penerima sinyal dan sistem pemrosesan. Komponen ini berfungsi menjembatani aliran data dari level hardware menuju *software*. Keberadaan USB memungkinkan data mengalir secara kontinu tanpa hambatan. Transfer data dapat dilakukan secara *real-time* dengan bandwidth yang cukup besar untuk menjaga kestabilan sistem. Visualisasi *real-time*

menjadi sangat penting dalam pemantauan psikologis, karena perubahan emosi berlangsung cepat dan dinamis. Keberadaan USB interface mendukung performa sistem dalam menjaga kelancaran keseluruhan proses pemrosesan sinyal.

I. Pemrosesan Perangkat Lunak.

Aplikasi di komputer melakukan akuisisi dan buffering data I/Q, dilanjutkan dengan pre-processing seperti DC-offset removal, normalisasi, dan windowing. Data kemudian ditransformasi ke domain frekuensi menggunakan FFT untuk menghitung kerapatan daya spektral $P(f) = |FFT(I + jQ)|^2$. Proses ini diikuti perataan waktu dan pelacakan riwayat spektrum untuk mengekstrak fitur frekuensi dan energi yang relevan bagi analisis psikologis. Data digital hasil konversi I/Q diterima melalui USB dan diolah menggunakan Python karena dukungan library yang kuat untuk pemrosesan sinyal, visualisasi, dan antarmuka pengguna. Program memetakan informasi frekuensi dan amplitudo menjadi representasi warna sebagai indikator kondisi psikologis: cyan untuk empati, hitam untuk kemarahan, dan biru untuk relaksasi. Software interface tidak hanya menampilkan data real-time, tetapi juga memperkuat aspek visual pemantauan psikologis non-kontak.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilaksanakan dengan menyambungkan antenna mikrostrip patch melingkar yang beroperasi pada frekuensi 627 MHz ke modul RTL-SDR v4. Proses pengumpulan data dilakukan melalui aplikasi Python yang menggunakan pustaka pyrtlsdr serta metode Fast Fourier Transform (FFT) untuk mengkonversi sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi.



GAMBAR 3

Hasil SDR

Gambar ini menggambarkan hasil dari pengolahan sinyal yang diterima oleh sistem yang menggunakan RTL-SDR (Radio Terdefinisi Perangkat Lunak) untuk menganalisis aura. Di dalam sistem ini, antenna mikrostrip patch circular menerima gelombang elektromagnetik yang berasal dari tubuh manusia, yang berkaitan dengan biofield atau medan energi biologis. Sinyal yang diterima oleh antenna kemudian ditransmisikan ke RTL-SDR, yang selanjutnya melakukan proses downconversion dan sampling menggunakan ADC, menghasilkan data IQ (In-phase dan Quadrature) yang siap untuk pengolahan digital. Data ini dianalisis dengan perangkat lunak khusus yang memanfaatkan metode Fast Fourier Transform (FFT) untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Hasil dari spektrum frekuensi diinterpretasikan dan dibandingkan dengan rentang pita tertentu yang telah dipetakan dengan warna dan emosi, misalnya Cyan untuk kondisi netral, Black untuk emosi

negatif, dan Blue untuk keadaan relaksasi. Oleh karena itu, RTL-SDR berperan sebagai jembatan penting antara sinyal elektromagnetik yang ditangkap oleh antenna dan analisis visual-emosif dalam aplikasi, menjamin bahwa proses deteksi dapat dilakukan secara real-time dengan tingkat akurasi yang memadai.



GAMBAR 4

Hasil Cyan

Pada hasil uji ini, sistem mendeteksi aura dengan warna utama cyan dengan nilai daya mencapai $-7,4$ dB, menandakan keadaan netral pada subjek. Berbeda dengan pengujian sebelumnya yang menunjukkan warna biru dominan (relaksasi), perubahan ini memperlihatkan adanya pergeseran kondisi psikologis yang dapat diukur melalui variasi daya sinyal pada rentang frekuensi tertentu. Nilai daya untuk warna biru dan hitam masing-masing tercatat pada $-7,0$ dB dan $-6,4$ dB, di mana warna hitam berhubungan dengan emosi negatif seperti kemarahan atau kesedihan, sedangkan warna biru mengindikasikan kenyamanan atau relaksasi. Pergeseran dominasi warna ini menunjukkan bahwa sistem yang didasarkan pada RTL-SDR dapat menangkap perubahan spektrum daya secara langsung, yang bisa diartikan sebagai variasi kondisi emosional subjek selama proses pengujian.

Gambar di atas juga memperlihatkan hasil analisis spektrum frekuensi yang didapat dengan menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT) pada sistem penerima RTL-SDR yang terhubung ke antenna mikrostrip patch circular. Sumbu horizontal menunjukkan rentang frekuensi operasional antenna, sementara sumbu vertikal menggambarkan level daya sinyal dalam satuan desibel (dB). Kurva berwarna kuning menunjukkan amplitudo sinyal yang diterima pada setiap frekuensi, yang menggambarkan distribusi kekuatan spektrum dari medan elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek yang sedang diukur. Setiap area berhubungan dengan jenis keadaan mental tertentu yang didasarkan pada model pemetaan warna-aura yang diterapkan. Nilai pengukuran daya berkisar antara -60 dB hingga -20 dB, yang menunjukkan bahwa sinyal tersebut memiliki kekuatan yang rendah, sesuai dengan ciri-ciri bidang bioelektromagnetik yang diukur.

Melalui FFT, sinyal yang awalnya berada di domain waktu dapat diubah ke dalam domain frekuensi, yang memungkinkan untuk menemukan pita frekuensi utama. Data ini menjadi landasan untuk menentukan warna aura dan menghubungkannya dengan keadaan psikologis individu. Temuan ini juga mengkonfirmasi bahwa antenna yang dibuat dapat berfungsi dengan baik pada kisaran frekuensi yang ditargetkan, dan RTL-SDR mampu menerima serta memproses sinyal tersebut dengan tingkat akurasi yang cukup.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh pembahasan mengenai RTL-SDR

yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa perangkat ini berfungsi sebagai pusat sistem penerimaan sinyal dalam penelitian, yang mengubah sinyal elektromagnetik yang ditangkap oleh antena mikrostrip menjadi data digital melalui proses pengolahan seperti penurunan konversi, penyaringan, dan Konversi Analog ke Digital (ADC). RTL-SDR beroperasi secara pasif tanpa mengirimkan sinyal, sehingga aman untuk digunakan dalam aplikasi biofield atau deteksi aura. Data digital yang dihasilkan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) untuk memetakan distribusi daya pada beragam pita frekuensi, yang menjadi dasar untuk klasifikasi kondisi psikologis berdasarkan model warna-aura. Keunggulan RTL-SDR terletak pada fleksibilitasnya dalam menangkap spektrum yang luas, kemampuan dalam menyesuaikan frekuensi operasional melalui perangkat lunak, serta tingkat kompatibilitas tinggi dengan pemrograman Python untuk otomatisasi analisis. Dengan karakteristik ini, RTL-SDR terbukti efisien dalam memvalidasi kinerja antena yang dipakai, merekam sinyal bioelektromagnetik secara langsung, serta memberikan data yang akurat untuk proses interpretasi dan klasifikasi kondisi psikologis subjek.

Keunggulan utama dari RTL-SDR terletak pada kemampuannya yang fleksibel, di mana parameter seperti frekuensi operasional, bandwidth penerimaan, dan metode pengolahan bisa diatur sepenuhnya melalui software. Ini memungkinkan integrasi yang lancar dengan bahasa pemrograman seperti Python untuk penerapan algoritma pengolahan sinyal digital, termasuk pemanfaatan Fast Fourier Transform (FFT). Dengan FFT, informasi sinyal dapat dianalisis dalam domain frekuensi untuk mengidentifikasi distribusi daya dalam rentang tertentu, yang dalam penelitian ini digunakan untuk memetakan warna aura dan mengkategorikan keadaan psikologis subjek.

Dengan kapasitas untuk menerima rentang frekuensi yang luas, tingkat kepekaan yang cukup, serta kemampuan beradaptasi dengan berbagai situasi pengujian, RTL-SDR menjadi elemen krusial dalam sistem ini. Alat ini tidak hanya menguji kinerja antena yang diterapkan, tetapi juga memberikan informasi yang tepat untuk menjamin ketepatan analisis biofield. Kombinasi RTL-SDR, antena mikrostrip, dan perangkat lunak analisis memungkinkan sistem ini beroperasi secara waktu nyata.

REFERENSI

- [1] S. Thorgeirsson, C. Zhang, T. B. Weidmann, K. H. Weidmann, and Z. Su, "An Electroencephalography Study on Cognitive Load in Visual and Textual Programming," Association for Computing Machinery, Inc, Aug. 2024, pp. 280–292. doi: 10.1145/3632620.3671124.
- [2] "Survei Kesehatan Indonesia 2023 Dalam Angka," 2023.
- [3] J. J. Gross, L. Feldman Barrett, O. John, R. Lane, R. Larsen, and J. Pennebaker, "The Emerging Field of Emotion Regulation: An Integrative Review," 1998.
- [4] B. S. Guru and H. R. Hiziroglu, *Electromagnetic Field Theory Fundamentals*. Cambridge University Press, 2004. doi: 10.1017/cbo9781139165297.
- [5] U. Oberst, "The fast Fourier transform," *SIAM J Control Optim*, vol. 46, no. 2, pp. 496–540, 2007, doi: 10.1137/060658242.
- [6] Md. H. Rahman and Md. M. Islam, "A Practical Approach to Spectrum Analyzing Unit Using RTL-SDR," *Rajshahi University Journal of Science and Engineering*, vol. 44, pp. 151–159, Nov. 2016, doi: 10.3329/rujse.v44i0.30400.
- [7] Robert W. Stewart *et al.*, "A Low-Cost Desktop Software Defined Radio Design Environment Using MATLAB, Simulink, and the RTL-SDR," *IEEE Communication Magazine*, Sep. 2015.
- [8] M. A. S. Bhuiyan *et al.*, "CMOS low noise amplifier design trends towards millimeter-wave IoT sensors," Feb. 01, 2024, *Ain Shams University*. doi: 10.1016/j.asej.2023.102368.
- [9] H. Darabi, "Radio Frequency Integrated Circuits And Systems PDF Scan to Download."
- [10] R. Subha, S. Devi, S. A. Suhantha, and A. Lakshmi, "Local Oscillators Phase Noise Cancellation Methods." [Online]. Available: www.iosrjournals.org
- [11] "Penerapan Metode Low Pass Filter (LPF) Untuk Mengurangi Derau pada Citra Magnetic Resonance Imaging (MRI)."
- [12] M. Spear, J. E. Kim, C. H. Bennett, S. Agarwal, M. J. Marinella, and T. P. Xiao, "The Impact of Analog-to-Digital Converter Architecture and Variability on Analog Neural Network Accuracy," *IEEE Journal on Exploratory Solid-State Computational Devices and Circuits*, vol. 9, no. 2, pp. 176–184, Dec. 2023, doi: 10.1109/JXCDC.2023.3315134.