**ANALISIS SINYAL EEG TERHADAP PEMILIHAN KATA ADIKSI PADA REMAJA MENGGUNAKAN METODE *EVENT RELATED POTENTIAL***

**PROPOSAL TESIS**

****

TOBIAS MIKHA SULISTIYO

12024002503

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA ATMA JAYA**

**JAKARTA**

**2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Judul Tesis

: Analisis Sinyal *Electroencephalography (EEG)* Terhadap Pemilihan Kata Adiksi Pada Remaja Menggunakan Metode *Event Related Potential (ERP)*

disusun oleh

: Tobias Mikha Sulistiyo

disetujui untuk diuji pada ujian Proposal Tesis Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.

Pembimbing Utama Co - Pembimbing

Dr.Karel Octavianus Bachri,ST, MT

Duma Kristina Yanti Hutapea, ST, Msc., Phd

Tanggal:

Tanggal:

**BAB 1**

**PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Adiksi adalah kondisi ketergantungan terhadap suatu aktivitas atau substansi yang dapat memengaruhi fungsi psikologis dan fisiologis individu [1]. Pada remaja, adiksi sering kali muncul dalam bentuk penggunaan teknologi berlebihan, keterikatan terhadap media sosial, atau penyalahgunaan zat terlarang [2]. Fenomena ini berpotensi menyebabkan dampak serius, terutama pada perkembangan otak yang sedang mengalami fase kritis. Gangguan seperti perilaku impulsif, penurunan kontrol diri, dan perubahan emosi yang signifikan menjadi indikator utama dampak adiksi pada remaja, yang selanjutnya dapat memengaruhi respons mereka terhadap lingkungan sekitar.

Secara teoretis, adiksi memengaruhi fungsi otak, khususnya area yang terkait dengan pengambilan keputusan, pengendalian emosi, dan fungsi eksekutif. Penelitian empiris menunjukkan bahwa adiksi menyebabkan perubahan pola aktivitas listrik otak, yang dapat direkam menggunakan *Electroencephalograph* (EEG) [3]. EEG merupakan teknologi non-invasif yang efektif untuk menganalisis aktivitas otak secara rinci, menjadikannya alat yang relevan dalam mengkaji dampak adiksi pada fungsi saraf dan kognitif.  
Dalam konteks ini, pemahaman tentang terminologi adiksi menjadi sangat penting. Terminologi ini mencakup istilah-istilah yang digunakan untuk menggambarkan berbagai bentuk ketergantungan, baik terhadap substansi maupun perilaku. Mengetahui dan memahami terminologi adiksi dapat membantu remaja mengenali tanda-tanda awal ketergantungan dan dampaknya, sehingga mereka dapat mengambil langkah pencegahan yang tepat. Namun, pertanyaan yang muncul adalah sejauh mana remaja sudah mengetahui dan memahami terminologi ini.

Dalam penelitian ini, pendekatan neuropsikologis berbasis *Go/No-Go Association Task* (GNAT) digunakan untuk mempelajari respons otak terhadap berbagai stimulus yang berkaitan dengan terminologi adiksi. GNAT memungkinkan peneliti memantau pola pengambilan keputusan, reaksi impulsif, dan tingkat keterlibatan kognitif individu saat dihadapkan pada stimulus tersebut [4]. Selanjutnya, analisis menggunakan *Event-Related Potential* (ERP), yang merupakan komponen spesifik dalam sinyal EEG, dapat memberikan wawasan mendalam mengenai proses kognitif, seperti perhatian dan pengambilan keputusan, dalam waktu nyata. Dengan menggunakan EEG dan GNAT sebagai stimulus, penelitian ini bertujuan untuk mengamati pola respons otak remaja terhadap terminologi adiksi.

**1.2 Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan pembatasan masalah di atas. Pertanyaan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pola aktivitas otak remaja berisiko dan normal usia 17-19 tahun dalam merespons stimulus pemilihan terminologi terkait adiksi?
2. Bagaimana respons kognitif remaja berisiko dan normal terhadap stimulus pemilihan terminologi terkait adiksi?
3. Bagaimana pola aktivitas otak remaja berisiko dan normal usia 17-19 tahun jika dianalisis menggunakan komponen *Event-Related Potential* (ERP)?

**1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pertanyaan penelitian tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi pola aktivitas otak remaja berisiko dan normal usia 17-19 tahun saat merespons stimulus pemilihan terminologi terkait adiksi.
2. Menganalisis respons kognitif remaja berisiko dan normal terhadap stimulus pemilihan terminologi terkait adiksi, meliputi akurasi, waktu reaksi, dan pengendalian impuls.
3. Mengeksplorasi pola aktivitas otak remaja berisiko dan normal usia 17-19 tahun menggunakan analisis *Event-Related Potential* (ERP) untuk memahami perbedaan komponen ERP yang muncul akibat stimulus terkait adiksi.

**1.4 Urgensi Penelitian**

Penelitian ini memiliki urgensi yang penting dalam konteks pengembangan pemahaman mengenai pemilihan kata adiksi terutama di kalangan remaja. Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam mengenai mekanisme otak yang terlibat dalam respons terhadap pemilihan kata adiksi melalui pendekatan neuropsikologis.

Salah satu kontribusi utama dari penelitian ini adalah pemanfaatan teknologi EEG untuk mempelajari aktivitas otak pada individu yang rentan terhadap narkoba dan individu normal. Teknologi EEG memungkinkan analisis mendalam terhadap pola aktivitas otak, khususnya pada bagian otak yang berhubungan dengan pengambilan keputusan dan kontrol impuls. Dengan menggabungkan EEG dengan metode *Go/No-Go Association Task* (GNAT), penelitian ini berpotensi memberikan wawasan baru mengenai bagaimana respons otak terhadap stimulus yang berhubungan dengan pemilihan kata terkait adiksi.

**1.5 Batasan Masalah Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan batasan-batasan tertentu untuk menjaga fokus dan keakuratan hasil. Berikut adalah batasan masalah yang menjadi ruang lingkup penelitian ini:

1. Responden

Penelitian difokuskan pada remaja berusia 17-19 tahun. Usia ini dipilih karena merupakan fase kritis perkembangan kognitif dan emosional yang rentan terhadap pengaruh adiksi.

1. Perangkat perekaman EEG

Perangkat yang digunakan untuk merekam aktivitas otak adalah EEG dengan 16 kanal. Pemilihan perangkat ini didasarkan pada kemampuannya untuk menganalisis aktivitas listrik otak secara menyeluruh. Perangkat ini dapat mencakup area frontal hingga oksipital, sehingga memungkinkan pemetaan aktivitas saraf dan respons terhadap stimulus yang lebih luas.

1. Platform GNAT

Penelitian ini memanfaatkan platform web GNAT yang dapat diakses melalui <https://go-no-go.vercel.app/> untuk menyajikan stimulus kepada responden. Platform ini dirancang untuk menyediakan tes GNAT yang terdiri atas beberapa sesi pelatihan dan pengujian. Stimulus yang disajikan berupa pasangan kata yang berkaitan dengan narkoba serta pasangan kata lainnya. Responden diminta untuk memilih pasangan kata sesuai instruksi pada setiap sesi yang telah disediakan.

**1.6 Sistematika Penulisan**

Subbab ini menjelaskan tentang isi dari bagian-bagian Bab yang ditulis. Berikut adalah sistematika penulisan tesis ini:

1. **Bab I: Pendahuluan**

Menjelaskan latar belakang, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, urgensi penelitian, dan batasan masalah penelitian.

1. **Bab II: Tinjauan Pustaka**

Menguraikan teori-teori yang relevan, penelitian sebelumnya, dan konsep-konsep yang mendasari penelitian ini.

1. **Bab III: Metodologi Penelitian**

Menjelaskan desain penelitian, populasi dan sampel, instrumen penelitian, serta prosedur pengumpulan data.

1. **Bab IV: Hasil dan Pembahasan**

Menyajikan hasil analisis data, interpretasi hasil, dan diskusi mengenai temuan penelitian.

1. **Bab V: Kesimpulan dan Saran**

Menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya serta implikasi praktis dari penelitian ini.

**BAB 2**

**TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 EEG

Electroencephalography (EEG) adalah teknik non-invasif yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik otak dengan menempatkan elektroda pada kulit kepala. EEG mengukur kenaikan tegangan di dalam neuron otak, memberikan gambaran real-time tentang aktivitas otak. Teknik ini memiliki resolusi temporal yang sangat tinggi, memungkinkan peneliti untuk mendeteksi perubahan aktivitas otak dalam milidetik [5].

EEG telah digunakan dalam berbagai aplikasi klinis dan penelitian, termasuk diagnosis epilepsi, gangguan tidur, dan gangguan neuropsikiatri. Dalam konteks penelitian, EEG sering digunakan untuk mempelajari proses kognitif seperti perhatian, memori, dan pengolahan bahasa. Sebuah studi menunjukkan bahwa EEG dapat memberikan wawasan yang berharga tentang mekanisme neurobiologis yang mendasari gangguan mental, seperti depresi dan kecemasan [6].

Selain itu, perkembangan teknologi EEG, seperti penggunaan sistem EEG nirkabel dan portable, telah memperluas aplikasi EEG dalam penelitian lapangan dan pengaturan klinis. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa EEG dapat digunakan untuk memantau respons otak terhadap terapi dan intervensi, memberikan umpan balik yang berguna untuk pengembangan strategi pengobatan yang lebih efektif [7].

2.2 GNAT

Go/No-Go Association Task (GNAT) adalah metode yang digunakan untuk mengukur asosiasi implisit antara konsep. Dalam GNAT, peserta diminta untuk merespons stimulus target dengan cepat sambil mengabaikan stimulus non-target. Tugas ini sering digunakan dalam penelitian psikologi untuk mengeksplorasi bias kognitif dan asosiasi implisit, terutama dalam konteks adiksi dan perilaku kompulsif [8].

GNAT dirancang untuk mengungkapkan asosiasi yang mungkin tidak disadari oleh individu, memberikan wawasan tentang proses kognitif bawah sadar. Penelitian menunjukkan bahwa GNAT dapat digunakan untuk mengidentifikasi bias terhadap zat adiktif, yang dapat membantu dalam memahami mekanisme yang mendasari perilaku adiktif [9]. Selain itu, GNAT juga telah diterapkan dalam penelitian tentang stigma sosial dan persepsi terhadap kelompok tertentu, menunjukkan fleksibilitas metode ini dalam berbagai konteks penelitian.

Metode ini juga memiliki keunggulan dalam mengurangi pengaruh respon sosial yang diharapkan, sehingga memberikan hasil yang lebih akurat dalam mengukur sikap dan keyakinan yang tidak disadari. Dengan demikian, GNAT menjadi alat yang berharga dalam penelitian psikologi dan neuropsikologi.

2.3 *Filtering*

*Filtering* adalah proses penting dalam analisis sinyal EEG yang bertujuan untuk menghilangkan noise dan artefak dari data. Jenis-jenis filter yang umum digunakan termasuk *low-pass, high-pass,* dan *band-pass* filter. *Filtering* membantu meningkatkan kualitas sinyal dengan menghilangkan frekuensi yang tidak diinginkan, seperti noise dari peralatan listrik atau gerakan otot [10].

Proses *filtering* esensial untuk memastikan bahwa analisis data EEG akurat dan dapat diandalkan. Dalam penelitian terbaru, metode *filtering* spasial telah dikembangkan untuk meningkatkan resolusi spasial sinyal EEG, memungkinkan peneliti untuk mendapatkan informasi yang lebih detail tentang aktivitas otak [11]. Selain itu, teknik *filtering* yang lebih canggih, seperti *matched filtering*, telah diperkenalkan untuk meningkatkan deteksi sinyal yang relevan dalam data EEG yang kompleks [8].

Dengan kemajuan teknologi dan algoritma pemrosesan sinyal, *filtering* menjadi semakin efektif dalam mengatasi tantangan yang dihadapi dalam analisis data EEG, termasuk artefak yang disebabkan oleh gerakan subjek dan *noise* eksternal.

2.4 *Independent Component Analysis (ICA)*

*Independent Component Analysis (ICA)* adalah teknik statistik yang digunakan untuk memisahkan sinyal campuran menjadi komponen independen. Dalam konteks EEG, ICA digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan artefak seperti kedipan mata atau gerakan otot dari data EEG. Dengan memisahkan sinyal otak dari *noise*, ICA memungkinkan analisis yang lebih akurat terhadap aktivitas otak yang sebenarnya [12].

ICA telah menjadi standar dalam pemrosesan data EEG modern, dan banyak penelitian telah menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan kualitas data EEG. Sebuah studi menunjukkan bahwa ICA dapat secara signifikan meningkatkan deteksi sinyal otak yang relevan dalam konteks tugas kognitif [13]. Selain itu, ICA juga digunakan dalam penelitian untuk memahami interaksi antara berbagai area otak dan bagaimana mereka berkontribusi terhadap fungsi kognitif yang kompleks.

Dengan kemajuan dalam algoritma ICA dan perangkat lunak yang tersedia, peneliti kini dapat menerapkan teknik ini dengan lebih mudah dan efisien, memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap data EEG.

2.5 *Event-Related Potentials*

*Event-Related Potentials* (ERP) adalah respons listrik yang dihasilkan oleh otak sebagai reaksi terhadap stimulus tertentu. ERP merupakan komponen spesifik dari sinyal EEG yang terkait dengan proses sensorik, kognitif, atau motorik. Komponen ERP yang paling umum dipelajari termasuk P300, N400, dan P200, yang masing-masing memiliki fungsi dan konteks yang berbeda dalam penelitian kognitif.

P300 adalah gelombang positif yang muncul sekitar 300 ms setelah stimulus yang relevan, sering kali dalam konteks tugas yang melibatkan perhatian dan deteksi target. P300 sering digunakan dalam paradigma "*oddball*", di mana peserta diminta untuk merespons stimulus yang jarang muncul di antara stimulus yang lebih umum. Penelitian menunjukkan bahwa amplitudo P300 berkorelasi dengan tingkat perhatian dan pengolahan informasi, sehingga dapat digunakan untuk menilai fungsi kognitif dan gangguan perhatian [14].

N400 adalah gelombang negatif yang muncul sekitar 400 ms setelah stimulus, terutama dalam konteks pemrosesan bahasa. N400 sering muncul ketika ada ketidakcocokan semantik antara kata yang diharapkan dan kata yang sebenarnya muncul dalam kalimat. Penelitian menunjukkan bahwa N400 dapat digunakan untuk mengeksplorasi bagaimana otak memproses makna dan integrasi informasi linguistik [15].

ERP digunakan secara luas dalam penelitian kognitif dan klinis untuk memahami bagaimana otak memproses informasi. Penelitian menunjukkan bahwa ERP dapat memberikan wawasan yang berharga tentang mekanisme neurobiologis yang mendasari gangguan mental, seperti skizofrenia, gangguan kecemasan, dan depresi. Misalnya, individu dengan skizofrenia sering menunjukkan perubahan dalam amplitudo dan latensi P300, yang dapat mencerminkan gangguan dalam perhatian dan pengolahan informasi [15].

Selain itu, ERP juga digunakan dalam studi tentang pemrosesan bahasa, di mana N400 muncul ketika ada ketidakcocokan semantik dalam kalimat. Penelitian menunjukkan bahwa N400 dapat digunakan untuk mengeksplorasi bagaimana otak memproses makna kata dan kalimat, serta untuk menilai gangguan bahasa seperti afasia [16]. Dengan kemajuan dalam teknik analisis dan pemrosesan data, ERP menjadi alat yang semakin penting dalam penelitian *neuroscience*, memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi hubungan antara aktivitas otak dan perilaku kognitif.

2.6 Adiksi

Adiksi merupakan kondisi yang ditandai dengan ketergantungan terhadap suatu aktivitas atau substansi tertentu, yang dapat mengganggu fungsi individu baik secara psikologis maupun fisiologis. Dalam konteks remaja, adiksi sering kali berkaitan dengan penggunaan teknologi, media sosial, hingga penyalahgunaan zat terlarang [2]. Semua bentuk adiksi ini berpotensi memberikan dampak serius terhadap perkembangan otak dan fungsi kognitif mereka.

Remaja yang mengalami adiksi sering kali menunjukkan pola perilaku impulsif, gangguan kontrol diri, serta perubahan emosi yang signifikan. Pola perilaku impulsif ini dapat mengakibatkan keputusan yang buruk dan risiko tinggi, seperti terlibat dalam perilaku berbahaya atau penyalahgunaan zat. Gangguan kontrol diri yang dialami oleh remaja adiktif dapat mempengaruhi kemampuan mereka untuk menunda kepuasan, yang merupakan keterampilan penting dalam pengambilan keputusan yang sehat [2].

Dampak dari adiksi terhadap perkembangan otak remaja sangat signifikan. Otak remaja masih dalam tahap perkembangan, terutama di area yang terkait dengan pengambilan keputusan, kontrol impuls, dan regulasi emosi. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan zat adiktif dapat mengubah struktur dan fungsi otak, termasuk penurunan volume materi abu-abu di area prefrontal cortex, yang berperan penting dalam pengendalian diri dan pengambilan keputusan. Selain itu, penggunaan teknologi dan media sosial yang berlebihan dapat memengaruhi konektivitas otak dan mengganggu pola tidur, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kesehatan mental dan kognisi [17].

**BAB 3**

**LANDASAN TEORI**

* 1. ***Electroencephalograph* (EEG)**

Bab ini berisi teori – teori yang mendukung penelitian yang dilakukan. Bahan dari referensi luar hendaknya diolah sedemikian rupa (buka sekedar *copy-paste*). Bab ini biasanya terdiri dari beberapa Sub bab, sesuai teori yang digunakan

* 1. ***Go-No-Go Association Task* (GNAT)**
  2. ***Event Related Potential***

Bab ini berisi teori – teori yang mendukung penelitian yang dilakukan. Bahan dari referensi luar hendaknya diolah sedemikian rupa (buka sekedar *copy-paste*). Bab ini biasanya terdiri dari beberapa Sub bab, sesuai teori yang digunakan

**3.2 Go-No-Go Association Task (GNAT)**

**3.2 Go-No-Go Association Task (GNAT)**

**3.2 Go-No-Go Association Task (GNAT)**

**3.2 Go-No-Go Association Task (GNAT)**

**BAB 4**

**METODE PENELITIAN**

**4.1 Metode Penelitian 1**

Bab ini menjelaskan tentang metodologi yang digunakan, untuk melakukan penelitian. Langkah-langkah apa saja yang dilakukan dimulai dari awal penelitian, simulasi, pengambilan data, dan pengambilan hasil kesimpulan. Biasanya dituliskan dalam beberapa sub bab, disertai gambar blok diagram metode penelitian yang dilakukan.[3]

**4.2 Metode Penelitian 2**

**BAB 5**

**RENCANA JADWAL KEGIATAN**

Bagian ini menjelaskan secara rinci apa yang Anda lakukan sampai selesainya proyek tesis. Menunjukkan tenggat waktu yang telah ditetapkan untuk menyelesaikan setiap tahap proyek, termasuk pekerjaan yang telah diselesaikan. Biasanya dibuat dalam bentuk tabel pewaktuan(*Time table*)

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] N. D. Volkow and M. Boyle, “Neuroscience of addiction: Relevance to prevention and treatment,” Aug. 01, 2018, *American Psychiatric Association*. doi: 10.1176/appi.ajp.2018.17101174.

[2] M. Pramesti *et al.*, “ADIKSI NARKOBA: FAKTOR, DAMPAK, DAN PENCEGAHANNYA.” [Online]. Available: http://journal.stikeskendal.ac.id/index.php/PSKM

[3] M. Shahabi and A. Maghsoudi, “Prediction of drug response in major depressive disorder using ensemble of transfer learning with convolutional neural network based on EEG,” *Biocybern Biomed Eng*, vol. 41, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.bbe.2021.06.006.

[4] E. Sakman and V. Zayas, “Negative speaks louder than positive: Negative implicit partner evaluations forecast destructive daily interactions and relationship decline,” *J Soc Pers Relat*, vol. 41, no. 6, pp. 1415–1438, Jun. 2024, doi: 10.1177/02654075231224803.

[5] C. M. Michel and D. Brunet, “EEG source imaging: A practical review of the analysis steps,” *Front Neurol*, vol. 10, no. APR, 2019, doi: 10.3389/fneur.2019.00325.

[6] A. Etkin, J. Powell, and A. J. Savitz, “Opportunities for use of neuroimaging in de-risking drug development and improving clinical outcomes in psychiatry: an industry perspective,” Nov. 01, 2024, *Springer Nature*. doi: 10.1038/s41386-024-01970-8.

[7] G. Niso, E. Romero, J. T. Moreau, A. Araujo, and L. R. Krol, “Wireless EEG: A survey of systems and studies,” *Neuroimage*, vol. 269, p. 119774, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119774.

[8] B. A. Nosek, M. R. Banaji, and B. Nosek, “THE GO/NO-GO ASSOCIATION TASK,” 2001. [Online]. Available: www.briannosek.com

[9] L. L. Popa, H. Dragos, C. Pantelemon, O. V. Rosu, and S. Strilciuc, “The Role of Quantitative EEG in the Diagnosis of Neuropsychiatric Disorders,” *J Med Life*, vol. 13, no. 1, pp. 8–15, 2020, doi: 10.25122/jml-2019-0085.

[10] M. Kotas, M. Piela, and S. Contreras-Ortiz, “Modified Spatio-Temporal Matched Filtering for Brain Responses Classification,” *IEEE Trans Hum Mach Syst*, vol. 52, pp. 1–10, Jan. 2022, doi: 10.1109/THMS.2022.3168421.

[11] M. Versaci and F. La Foresta, “EEG Data Analysis Techniques for Precision Removal and Enhanced Alzheimer’s Diagnosis: Focusing on Fuzzy and Intuitionistic Fuzzy Logic Techniques,” Jun. 01, 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/signals5020018.

[12] Y. Monakhova and D. Rutledge, “Independent components analysis (ICA) at the ‘cocktail-party’ in analytical chemistry,” *Talanta*, 2019, doi: 10.1016/j.talanta.2019.120451ï.

[13] T. M. Sulistiyo, Y. J. Nur Pratama, I. Wijayanto, S. Sa’idah, S. Hadiyoso, and A. N. Khasanah, “Electroencephalogram Signal Denoising in Individual Cognitive Ability Measurement Using Independent Component Analysis,” in *2023 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile (APWiMob)*, 2023, pp. 68–72. doi: 10.1109/APWiMob59963.2023.10365633.

[14] E. I. Galperina, O. V Kruchinina, E. P. Stankova, and A. N. Kornev, “Late Components of Event-Related Potentials Elicited by Reading Words in Children, Adolescents, and Adults,” *Neurosci Behav Physiol*, vol. 52, no. 3, pp. 373–382, 2022, doi: 10.1007/s11055-022-01251-1.

[15] S. McWeeny and E. S. Norton, “Understanding event-related potentials (ERPs) in clinical and basic language and communication disorders research: a tutorial,” Jul. 01, 2020, *Wiley Blackwell*. doi: 10.1111/1460-6984.12535.

[16] R. J. Houston and N. J. Schlienz, “Event-Related Potentials as Biomarkers of Behavior Change Mechanisms in Substance Use Disorder Treatment HHS Public Access,” *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging*, vol. 3, no. 1, pp. 30–40, 2018, doi: 10.1016/j.bpsc.

[17] R. J. Houston and N. J. Schlienz, “Event-Related Potentials as Biomarkers of Behavior Change Mechanisms in Substance Use Disorder Treatment,” Jan. 01, 2018, *Elsevier Inc*. doi: 10.1016/j.bpsc.2017.09.006.