ANALISIS TINGKAT STRES DENGAN MENGGUNAKAN *ELECTROENCEPHALOGRAPHY* PADA PENGEMUDI MOBIL

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Nama : Amalia Salsabila
No. Mahasiswa : 21522003

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 1 Juli 2025



(Amalia Salsabila)
21522003

SURAT BUKTI PENELITIAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4130
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uii.ac.id

Nomor : 41/Ka.Lab DSK&E/70/Lab. DSK&E/VI/2025
Hal : **Surat Keterangan Penelitian**

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Kami yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi (DSK&E), Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, dengan ini ingin memberitahukan bahwa mahasiswa di bawah telah melakukan penelitian di Laboratorium DSK&E.

Nama Peneliti	:	Amalia Salsabila
NIM	:	21522003
Program Studi	:	TeknikIndustri-FTI-UII
Tempat Penelitian	:	Laboratorium Desain Sistem Kerja & Ergonomi
Waktu Penelitian	:	16 - 28 April 2025
Judul Penelitian	:	Analisis Tingkat Stress Dengan Menggunakan *Electroencephalohraphy* Pada Pengemudi Mobil
Dosen pembimbing	:	Chancard Basumerda, S.T, M.Sc.

Demikian surat keterangan ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 11 Juni 2025
Kepala Laboratorium DSK&E,

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS TINGKAT STRES DENGAN MENGGUNAKAN *ELECTROENCEPHALOGRAPHY* PADA PENGEMUDI MOBIL

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Amalia Salsabila
No. Mahasiswa : 21522003

Yogyakarta, 16-07-2025

Dosen Pembimbing

(Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS TINGKAT STRES DENGAN MENGGUNAKAN *ELECTROENCEPHALOGRAPHY* PADA PENGEMUDI MOBIL

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Amalia Salsabila

No. Mahasiswa : 21 522 003

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Tekonologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 16 - Juli – 2025

Tim Penguji

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.	
Ketua	
Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D. IPU., ASEAN.Eng	
Anggota I	
Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.	
Anggota II	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirahmanirrahim, atas izin *Allah Subhanahu Wa Ta'ala* saya persembahkan karya tulis ini kepada kedua orang tua saya serta adik saya yang selalu mendukung penuh dan mendoakan yang terbaik untuk saya.

MOTTO

"*Dan Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat*"

(QS. Al-Mujadilah:11)

"*Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang*"

(HR. Tirmidzi)

KATA PENGANTAR

Bismillahirohmanirrohim,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada *Allah Subhanahu Wa Ta'ala* atas berkah dan limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Tingkat Stres Dengan Menggunakan *Electroencephalography* Pada Pengemudi Mobil" dengan tepat waktu untuk memenuhi salah satu prasyarat memperoleh gelar sarjana Strata Satu pada jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari terdapat keterlibatan bantuan dari berbagai pihak, baik kesempatan, dukungan, motivasi, semangat, serta doa yang diberikan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., Selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Chancard Basumerda S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan motivasi dalam membimbing penulis menyelesaikan penyusunan laporan ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri Universitas Islam Indonesia atas segala ilmu dan dukungan yang telah diberikan.
6. Keluarga tercinta, Bapak Lasim dan Mama Siti Ambarwati serta saudara penulis, Nadia Dwi Lazimova yang tiada hentinya memberikan dukungan, doa, semangat, dan kasih sayang kepada penulis.
7. Kepada sahabat saya Irfan, Anggi, Aidha, Adhita, Naufal, Richi, Leo, dan terkhusus Najwa yang telah membersamai, mendorong, memberi ketenangan, dan menghibur selama proses pengerjaan laporan ini. Semoga kita selalu dalam keadaan sehat dan dapat terus menjalin silaturahmi seumur hidup.
8. Mas dan mba serta teman-teman asisten Laboratorium DSK&E 2020, 2021, dan 2022 yang telah memberikan bantuan dan terus menginspirasi saya. Terkhusus teman sejawat saya Aurel, Lulu, Rifkho, Fajar, Ridho, Alif, dan Afif terima kasih sudah membersamai saya selama perkuliahan hingga sampai di titik sekarang ini.
9. Teman-teman Teknik Industri Universitas Islam Indonesia Angkatan 2021 terkhusus Yona, Bunga, Syiera, Septi, Shelma, Dyna, Vira, Sasty, Anna, Nabila, dan Nasya yang bersama saya melaksanakan studi S1 serta memberikan bantuan dan dukungan.

10. Seluruh responden yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk menjadi bagian dari penelitian yang dilakukan oleh penulis.
11. Seluruh pihak yang telah turut mendukung dan membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sehingga dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan laporan ini. Akhir kata penulis juga berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat sebagaimana semestinya untuk penulis, pembaca, atauapun peneliti selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 1 Juli 2025



Amalia Salsabila
21522003

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas dapat disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya yaitu faktor manusia yang dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti pengemudi yang tidak patuh terhadap peraturan lalu lintas, berada dalam pengaruh minuman keras, obat-obatan terlarang, penggunaan *smartphone*, ataupun kelelahan. Saat ini, manusia tidak bisa lepas dari yang namanya *smartphone* hingga tanpa sadar banyak sekali manusia yang mengemudi sembari bermain *smartphone* yang dapat menyebabkan teralihnya perhatian pengemudi serta menurunnya performansi kognitif pengemudi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara mengemudi dengan berkirim pesan singkat dan tidak dengan berkirim pesan singkat terhadap performansi pengemudi dengan berdasar pada jumlah kesalahan pengemudi dan aktivitas gelombang otak pengemudi menggunakan *driving simulator* dan *muse electroencephalography headband.* Metode penelitian yang digunakan yaitu desain eksperimen dengan melibatkan 20 responden yang merupakan mahasiswa Universitas Islam Indonesia yang diberikan 2 perlakuan yaitu mengemudi menggunakan *driving simulator* dan *muse electroencephalography headband* tanpa berkirim pesan dan mengemudi dengan berkirim pesan. Hasil uji perbedaan menggunakan uji *paired sample t-test* menunjukkan bahwa kedua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap gelombang *beta.* Namun, hasil uji terhadap kedua perlakuan mengemudi menunjukkan terdapatnya perbedaan terhadap jumlah kesalahan pengemudi.

Kata Kunci: *Driving Simulator, Muse Brain Sensing Headband, Smartphone*, Performansi Pengemudi

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ii
SURAT BUKTI PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Kajian Literatur 6
2.2 Landasan Teori 17
2.2.1 Ergonomi 17
2.2.2 Ergonomi Kognitif 17
2.2.3 Performansi 18
2.2.4 MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* 18
2.2.5 Gelombang Otak 19
2.2.6 *Driving Simulator* 20
BAB III METODE PENELITIAN 22
3.1 Subjek Penelitian 22
3.2 Objek Penelitian 22
3.3 Populasi dan Sampel 23
3.4 Jenis Data Penelitian 23
3.5 Metode Pengumpulan Data 24
3.6 Instrumen Penelitian 24
3.7 Diagram Alir Penelitian 25
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 30
4.1 Profil Responden 30
4.2 Hasil Rekapitulasi Aktivitas Gelombang Otak 33
4.3 Hasil Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi 36
4.4 Hasil Uji Beda Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Stres Pengemudi 41

4.4.1 Uji Normalitas 41
4.4.2 Uji *Paired Sample T-test* 42
4.5 Hasil Uji Beda Pengaruh Perlakuan Terhadap Performansi Pengemudi 42
4.5.1 Uji Normalitas 42
4.5.2 Uji *Paired Sample T-test* 43
BAB V PEMBAHASAN 45
5.1 Analisis Hasil Rekapitulasi Gelombang Otak 45
5.2 Analisis Hasil Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi 47
5.3 Analisis Uji Beda Aktivitas Gelombang Otak 50
5.4 Analisis Uji Beda Performansi Pengemudi 51
5.5 Analisis Tingkat Stres Pengemudi 51
5.6 Analisis Keseluruhan.....52
BAB VI PENUTUP 54
6.1 Kesimpulan.....54
6.2 Saran.....54
DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Angka Kecelakaan Lalu Lintas dan Kerugian Materiil Tahun 2018-2022 1
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 12
Tabel 4. 1 Demografi Responden.....30
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Gelombang Otak 34
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Pertama.....37
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Kedua 38
Tabel 4. 5 Jumlah Kesalahan Berdasarkan Jenis Perlakuan.....40
Tabel 4. 6 Hasil Uji Normalitas Aktivitas Gelombang *Beta* Pengemudi.....41
Tabel 4. 7 Hasil Uji *Paired Sample T-test* Gelombang *Beta* Pengemudi 42
Tabel 4. 8 Hasil Uji Normalitas Jumlah Kesalahan Pengemudi 43
Tabel 4. 9 Hasil Uji *Paired Sample T-test* Jumlah Kesalahan Pengemudi 44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan di Indonesia 2
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....25
Gambar 4. 1 *Mind Monitor* 33
Gambar 5. 1 Grafik Aktivitas Gelombang Otak Responden Pada Setiap Perlakuan 45
Gambar 5. 2 Diagram Perbandingan Total Pelanggaran Pengemudi.....48
Gambar 5. 3 Grafik Jumlah Kesalahan Mengemudi Masing-masing Responden 49
Gambar 5. 4 Grafik Jumlah Kesalahan Pengemudi Masing-masing Perlakuan.....50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan pribadi menjadi pilihan bagi sebagian masyarakat untuk bepergian. Di negara-negara berkembang termasuk Indonesia penggunaan mobil pribadi untuk aktifitas bekerja memiliki proporsi lebih tinggi dibandingkan penggunaan angkutan umum (Lady & Umyati, 2021). Pilihan dalam menggunakan mobil pribadi berdampak pada kepadatan lalu lintas jalan raya dan juga keselamatan dalam berkendara. Peningkatan kepadatan lalu lintas selaras dengan terjadinya peningkatan kecelakaan lalu lintas.

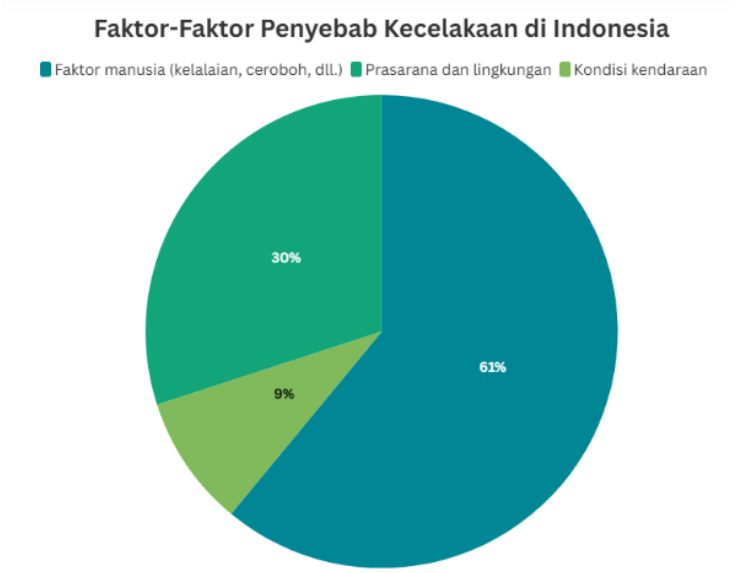
Kecelakaan lalu lintas adalah suatu kejadian yang terjadi di jalan secara tidak terduga dan tidak disengaja yang melibatkan satu kendaraan dengan kendaraan lain atau dengan manusia yang menimbulkan adanya korban jiwa serta kerugian materi (Sandhyavitri et al., 2017). Di Indonesia sendiri, kecelakaan lalu lintas masih menjadi ancaman bagi keselamatan masyarakat. Selain mengancam keselamatan, kecelakaan juga menimbulkan kerugian materiil baik bagi korban maupun bagi negara, data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah.

Tabel 1. 1 Angka Kecelakaan Lalu Lintas dan Kerugian Materiil Tahun 2018-2022

Tahun	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Kecelakaan Lalu Lintas	109.215	116.411	100.028	103.645	139.258
Kerugian Materiil (Juta)	Rp213.866	Rp254.779	Rp198.456	Rp246.653	Rp.280.009

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024)

Data pada tabel 1.1 menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan angka kecelakaan lalu lintas maupun kerugian materiil di Indonesia. Hal tersebut harus dapat diantisipasi sehingga angka kecelakaan lalu lintas dan kerugian materiil dapat diminimalisir. Kecelakaan lalu lintas sering terjadi akibat adanya beberapa faktor seperti prasarana dan lingkungan, kondisi kendaraan, serta faktor manusia. Adapun menurut data dari Kepolisian Republik Indonesia penyebab kecelakaan lalu lintas dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 1. 1 Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan di Indonesia
Sumber: (Korlantas Polri, 2024)

Faktor manusia menjadi salah satu penyebab utama kecelakaan lalu lintas karena manusia sebagai pengguna jalan. Faktor manusia penyebab kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh beberapa hal seperti pengemudi yang tidak patuh terhadap peraturan lalu lintas, berada dalam pengaruh minuman keras, obat-obatan terlarang, penggunaan *smartphone*, ataupun kelelahan (Ratnawaty, 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Amerika menggunakan survei kepada 5288 orang diketahui jika 40% pengendara berbicara menggunakan telepon seluler ketika bekendara (Halim et al., 2021). Kebiasaan masyarakat Indonesia adalah menggunakan *smartphone* ketika berkendara (Syafa'a, 2023). Saat ini penggunaan *smartphone* tidak hanya untuk melakukan panggilan telepon dan berkirim pesan akan tetapi banyak fungsi dan kecanggihan yang diberikan seperti bermain sosial media (A. A. Putra et al., 2021).

Penggunaan *smartphone* ketika berkendara dapat menurunkan konsentrasi dan kewaspadaan pengemudi. Distraksi tersebut tidak hanya berdampak pada aspek fisik, seperti keterlambatan reaksi, tetapi juga dapat memicu munculnya stres dan peningkatan beban kerja mental (Asyari et al., 2022). Stres ketika berkendara dapat menurunkan kemampuan kognitif dan fisik yang penting untuk keselamatan ketika berkendara. Kondisi stress pada pengemudi menyebabkan peningkatan detak jantung, ketegangan otot, dan penurunan konsentrasi. Akibatnya, pengemudi yang mengalami stres cenderung memiliki waktu reaksi yang lebih

lambat, sulit mengambil Keputusan dengan cepat, serta lebih mudah terdistraksi oleh lingkungan sekitar seperti *smartphone* (Hartoyo et al., 2022).

Maka penelitian perlu dilakukan untuk membuktikan apakah terdapat pengaruh penggunaan *smartphone* terhadap performansi pengemudi dalam menyelesaikan suatu tugas. Penelitian ini menggunakan MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* sebagai alat untuk menunjukkan tingkat stres dari pengemudi dalam menyelesaikan tugas yang diberikan.

MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur sinyal dan mengukur aktivitas gelombang otak manusia yang berpontensi sebagai indikator kondisi emosi. EEG akan menangkap 4 gelombang elektrik berupa gelombang *delta* (kurang dari 4 Hz), *theta* (4-7 Hz), *alpha* (8-12 Hz), dan *beta* (13-49Hz) (Mahendra et al., 2017). Pada penelitian Richer et al. (2018) memaparkan jika EEG yang digunakan untuk non medis dapat mengenali perubahan mental seseorang secara langsung. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Sofiani & Juniati (2022) mendapatkan nilai akurasi yang didapatkan 91,67% dimana selama proses perekaman, gelombang otak *beta* memberikan kontribusi paling tinggi untuk mengklasifikasikan 4 jenis emosi yaitu emosi netral, cemas, sedih, dan senang.

Driving Simulator adalah suatu alat yang dapat mensimulasikan berkendara yang mempermudah peneliti untuk mengamati perilaku berkendara seorang responden. Melalui penelitian yang dilakukan oleh Halim & Haryono (2022) diketahui berhasil menggunakan aplikasi *city car driving* sebagai media dalam meneliti aktivitas mengemudi menggunakan *driving simulator.*

Berdasarkan dari permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar pengaruh penggunaan *smartphone* terhadap performansi pengemudi. Tingkat performansi pengemudi didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* ketika berkendara guna mengetahui kondisi psikologis pengemudi.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dari penelitian berdasarkan dari uraian permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh ketika mengemudi menggunakan dan tidak menggunakan *smartphone* untuk menjawab pesan singkat selama berkendara terhadap tingkat stres?

2. Apakah terdapat pengaruh ketika mengemudi menggunakan dan tidak menggunakan *smartphone* untuk menjawab pesan singkat selama berkendara terhadap performansi pengemudi?
3. Seberapa besar tingkat stres pengemudi ketika menggunakan dan tidak menggunakan *smartphone* untuk menjawab pesan singkat?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan dari penelitian yang dilakukan setelah sebelumnya dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Mengetahui terdapatnya pengaruh perlakuan mengemudi tanpa menggunakan *smartphone* dan mengemudi dengan menggunakan *smartphone* terhadap tingkat stres pengemudi.
2. Mengetahui terdapatnya pengaruh perlakuan mengemudi tanpa menggunakan *smartphone* dan mengemudi dengan menggunakan *smartphone* terhadap performansi pengemudi.
3. Mengetahui tingkat stres pengemudi ketika menggunakan dan tidak menggunakan *smartphone* untuk menjawab pesan singkat.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, dapat mengetahui perbedaan hasil antara seseorang yang fokus dan tidak fokus dalam menyelesaikan sebuah tugas.
2. Bagi yang diteliti, perbedaan hasil antara seseorang yang fokus dan tidak fokus dalam menyelesaikan sebuah tugas sehingga dapat menciptakan kondisi yang lebih tidak bias dan meminimalisir terjadinya kecelakaan lalu lintas.
3. Bagi penelitian selanjutnya, dapat digunakan untuk referensi penelitian mengenai pengaruh distraksi terhadap tingkat stres dan kecelakaan lalu lintas.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data dilakukan terhadap mahasiswa Universitas Islam Indonesia yang memiliki Surat Izin Mengemudi (SIM) untuk Mobil.
2. Tugas yang dilakukan pengujian adalah berkendara menggunakan *driving simulator*.

3. Responden dari pengambilan data hanya berjenis kelamian Pria dikarenakan penggunaan *Muse Electroencephalography Headband* yang harus menempel di kulit kepala sehingga sulit untuk pengambilan data kepada Wanita.
4. Responden penelitian adalah mahasiswa Universitas Islam Indonesia Angkatan 2021-2023.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur berisikan penelitian-penilitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai referensi bagi penelitian yang akan dilakukan dengan melakukan perbandingan terhadap kesamaan antara penelitian terdahulu serta menentukan dimana posisi dari penelitian ini diletakkan. Beberapa hal yang dikaji berlandaskan terhadap 4 (empat) hal yaitu *Muse Electroencphalography Headband*, *driving simulator, smartphone* dan perfomansi pengemudi.

Penelitian yang dilakukan oleh Hartanto (2019) dengan judul "Pengaruh Mengemudi Malam dan Kondisi Jalan Monoton Terhadap Kelelahan Pengemudi dan Implikasinya Pada Kecelakaan" bertujuan memberikan rekomendasi terkait penyelenggaraan transportasi yang lebih berkeselamatan. Dengan responden sebanyak 30 orang, penelitian dilakukan menggunakan metode *path analisys.* Dimana responden diminta untuk menjawab delapan belas pertanyaan yang mewakili empat variabel penilitian yaitu mengemudi malam, kondisi jalan monoton, tingkat kelelahan pengemudi, dan tingkat kecelakaan. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh hasil yang menunjukkan jika semakin lama durasi mengemudi malam dan semakin panjang kondisi jalan yang monoton maka tingkat kelelahan pengemudi semakin meningkat, dengan meningkatnya kelelahan pengemudi akan meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan.

Penelitian yang dilakukan oleh WANG et al. (2021) dengan judul "*Using EEG to Detect Fatigue Based On Common Spatial Pattern and Support Vector Machine*" bertujuan mengetahui korelasi antara kondisi kelelahan mengemudi dengan *Electroencephalography* (EEG) menggunakan *Driving Simulator*. Dengan responden sebanyak 34 orang, penelitian dilakukan menggunakan metode NASA-TLX untuk mengukur tingkat kelelahan dan *Support Vector Machine* (SVM) sebagai pengklasifikasi untuk mendeteksi kelelahan pengemudi. Dimana responden diminta untuk melakukan dua skenario yaitu skenario dasar dimana mengemudi selama 5 menit dengan batas kecepatan 60 MPH dan skenario kelelahan dimana mengemudi selama 25 menit dengan batas kecepatan 60 MPH dengan mengikuti rambu-rambu jalan dengan belokan acak berulang. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh bahwa *Driving Simulator* melalui *Common Spatial Pattern* (CSP) dan SVM menjanjikan dalam mendeteksi

kelelahan mengemudi. Oleh karena itu, dapat menjadi landasan yang kuat untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas dan menyelamatkan ribuan nyawa manusia.

Penelitiaan yang dilakukan oleh Apriliansyah (2022) dengan judul "Analisis Perubahan Tingkat Beban Kerja Pengemudi Berdasarkan Karakteristik Penumpang Dengan Sensor *Galvanic Skin Response* Dan *Driving Simulator*" bertujuan untuk mengetahui perbedaan tingkat beban kerja pengemudi berdasarkan fisiologis dan performansi dengan adanya penumpang saat mengemudi serta pengaruh lama pertemanan antara kedua nya. Dengan responden sebanyak 20 orang, penelitian dilakukan menggunakan *driving simulator* dengan adanya perlakuan mengemudi bersama penumpang. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan perbedaan tingkat beban kerja berdasarkan jenis kelamin pengemudi dan 3 kondisi perlakuan pada pengukuran fisiologis, ditunjukkan dengan nilai signifikansi ≤ 0,05 (p=0,000; p=0,018). Hal tersebut menunjukkan adanya kenaikan tingkat stres pada pengemudi saat berkendara dengan penumpang laki-laki. Akan tetapi, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada tingkat performansi. Di lain sisi, tidak terdapat pengaruh lama pertemanan penumpang dan pengemudi terkait tingkat fisiologis (p=0,200) dan performansi pengemudi (p=0,200). Secara keseluruhan lebih disarankan berkendara dengan penumpang karena dapat meningkatkan konsentrasi sebesar 23,20% dan menurunkan jumlah pelanggaran sebanyak 4,43%.

Penelitian yang dilakukan oleh Wascher et al. (2023), dengan judul "*Tracking Drivers' Minds: Continuous Evaluation of Mental Load and Cognitive Processing In A Realistic Driving Simulator Scenario By Means Of The EEG"* bertujuan untuk menganalisis hubungan antara proses kognitif yang terjadi sebelum dan sesudah aktivitas mata dan kedipan selama mengemudi sejauh 50 km dengan *design* jalan raya, jalan pedesaaan dan jalan perkotaan. Dengan responden sebanyak 15 orang. Berdasarkan aktivitas yang digolongkan termasuk ringan, sedang, dan berat, didapatkan hasil bahwa kedipan mata atau aktivitas mata yang terjadi sangat sensitive bergantung dengan aktivitas yang dilakukan termasuk ke golongan ringan, sedang dan berat.

Penelitian yang dilakukan oleh Ossai et al. (2024), dengan judul "*Classifying the Cognitive Performance of Drivers While Talking on Hands-Free Mobile Phone Based on Innovative Sensors and Intelligent Approach*" bertujuan untuk mengetahui dampak koginitif dari penggunaan telepon *hands free* di berbagai kelompok usia pengemudi yaitu 18 hingga 80 tahun secara *real time*. Menggunakan desain eksperimen dengan mengukur sinyal EEG, detak jantung, dan tekanan darah ketika melakukan perlakuan. Responden diberikan perintah

mengemudi dan melakukan parkir mundur, menggunakan telepon *hands free,* dan menyelesaikan dua tugas numerik dengan tingkat kesulitan berbeda. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil berupa penggunaan telepon genggam mode *hands free* ketika mengemudi menyebabkan beban kognitif yang signifikan pada pengemudi yang terdeteksi melalui perubahan EEG, detak jantuk, dan tekanan darah.

Penelitian yang dilakukan oleh Fancello et al. (2025), dengan judul "*Analysis of visual distraction related to smartphone use while driving*" bertujuan untuk meneliti dampak distraksi visual akibat penggunaan *smartphone* ketika mengemudi dengan menganalisis faktor pengemudi (jenis kelamin, usia, pengalaman) dan kondisi jalan (cuaca, pencahayaan, lalu lintas) terhadap tingkat distraksi visual dan keselamatan berkendara. Responden yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 40 orang dengan metode desain eksperimen menggunakan *driving simulator*. Responden diberikan empat aktivitas berupa mengecek notifikasi, membaca pesan *teks*, berbicara di telepon, dan menulis pesan *teks*. Pengolahan data menggunakan metode ANOVA untuk mengetahui perbedaan perilaku mengemudi antar kelompok. Hasil yang didapatkan berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan ialah penggunaan *smartphone* sangat meningkatkan distraksi visual dan risiko kecelakaan ketika mengemudi. Selain itu, faktor usia, pengalaman, dan kondisi jalan turut memengaruhi tingkat distraksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Abadi (2022), dengan judul "Analisis Pengaruh Mendengarkan Podcast Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan *Driving Simulator* Dan *Muse Brain Sensing Headband*" bertujuan untuk mengetahui pengaruh mendengarkan podcast terhadap performansi pengemudi berdasar dengan jumlah kesalahan dan gelombang otak pengemudi menggunakan *driving simulator* dan *muse brarin sensing headband.* Dengan responden sebanyak 17 orang yang diharuskan mengemudi dengan dua perlakuan meliputi mengemudi tanpa mendengarkan podcast dan dengan mendengarkan podcast serta menggunakan *muse brain sensing headband* ketika eksperimen dilakukan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap aktivitas gelombang otak dan jumlah kesalahan pengemudi.

Penelitian yang dilakukan oleh Prihartono (2023), dengan judul "Pengaruh Optimistik dan Pesimistik Bias Terhadap Tingkat Stres dalam Penyelesaian "tugas" Menggunakan *Muse Headband* dan *Driving Simulator*" bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tingkat stres seseorang ketika menyelesaikan tugas terhadap kondisi pengemudi ketika mengalami optimistis

atau pesimistis bias. Dengan responden sebanyak 17 orang yang diharuskan mengemudi dengan mengikuti segala rambu-rambu dan peraturan lalu lintas yang ada di kondisi nyata. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui jika estimasi pengemudi terhadap waktu penyelesaiaannya dan performa mengemudi tidak terdapat korelasi secara simultan terhadap tingkat stres pengemudi.

Penelitian yang dilakukan oleh Ren et al (2021), dengan judul "*EEG-Based Driving Fatigue Detection Using a Two-Level Learning Hierarchy Radial Basis Function*" bertujuan untuk meningkatkan akurasi deteksi kantuk mengemudi yang berbasis EEG. Dengan responden sebanyak 6 orang yang dimana diharuskan menjaga tidur yang cukup (sekitar 8 jam) sebelum pengumpulan data kondisi waspada dan hanya tidur selama 4 jam sebelum pengumpulan data kondisi lelah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui jika pendekatan RBF-TLLH (*Radial Basis Function – Two Level Learning Hierarchy*) menunjukkan performa klasifikasi yang lebih baik dalam mendeteksi kelelahan pengemudi berbasis EEG (akurasi rata-rata: 92,71%) dibandingkan dengan jaringan saraf tiruan lainnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Peng et al (2021), dengan judul "*Fatigue Detection in* SSVEP-BCIs *Based on Wavelet Entropy of EEG*" bertujuan untuk mendeteksi kelelahan secara akurat dan cepat ketika menggunakan SSVEP-BCI dengan pendekatan berdasarkan entropi wavelet dari EEG yang diukur untuk mendeteksi kelelahan secara *real time*. Dengan responden sebanyak 11 orang. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui jika menggunakan wavelet dari EEG berhasil meningkatkan akurasi deteksi kelelahan dalam sistem SSVEP-BCI. Pendekatan ini meningkatkan akurasi deteksi kelelahan dari 65,1% (dengan metode entropi tradisional) menjadi 87,7% dalam membedakan kondisi mental seseorang antara waspada dan lelah. Bahkan, menggunakan entropi wavelet menggantikan amplitude band delta, mampu meningkatkan akurasi deteksi kelelahan berbasis beberapa indeks kelelahan konvensional dari 91,9% menjadi 96,5%.

Penelitian yang dilakukan oleh Affanni et al (2022), dengan judul "*Development of an EEG Headband for Stres Measurement on Driving Simulators*" bertujuan untuk mengukur aktivitas otak seseorang dengan stres ketika mengemudi menggunakan *headband* EEG *wearable*. Dengan responden sebanyak 10 orang yang melakukan 3 jenis eksperimen melalui *driving simulator.* Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui jika aktivitas gelombang otak (stres) lebih tinggi ketika mengemudi manual dibandingkan dengan otonom

baik lembut maupun agresif. Sehingga, diketahui jika menunjukkan potensi pengurangan stres pengemudi melalui mengemudi otonom.

Penelitian yang dilakukan oleh Shahbakhti et al (2023), dengan judul "*Fusion of EEG and Eye Blink Analysis for Detection of Driver Fatigue*" bertujuan untuk mengembangkan metode baru untuk mendeteksi kelelahan pengemudi menggunakan analisis EEG dan kedipan mata. Responden yang digunakan sebanyak 28 orang dengan dibagi menjadi dua yaitu untuk database pertama berjumlah 12 orang yang diharuskan melakukan eksperimen mengemudi di jalan tol dengan dua fase yaitu fase pertama mengemudi selama 20 menit dan fase kedua mengemudi selama 40-100 menit hingga laporan menunjukkan kelelahan. Pada database kedua berjumlah 16 orang melakukan eksperimen berupa mengemudi di lingkungan platform dengan dua fase yaitu fase pertama rekaman data EEG selama 5 menit dan fase kedua mengemudi sampai skala kelelahan subjektif Li dan skala CR-10 Borg menunjukkan kelelahan lalu melakukan rekaman data EEG 5 menit terakhir. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil jika metode deteksi kelelahan pengemudi dengan menggabungkan analisis EEG dan kedipan mata menunjukkan kinerja yang menjanjikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Qin et al (2022), dengan judul "*Directed Brain Network Analysis for Fatigue Driving Based on EEG Source Signals"* bertujuan untuk menganalisis dan memahami bagaimana kelelahan mengemudi memengaruhi jaringan otak, khususnya dari segi konektivitas terarah antar wilayah otak. Responden yang digunakan sebanyak 13 orang yang harus melakukan eksperimen selama 70 menit dimana 10 menit pertama adalah tahap istirahat dan 60 menit sisanya adalah simulasi mengemudi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ialah kelelahan mengemudi yang mendalam meningkatkan kemampuan integrasi informasi lokal otak, tetapi melemahkan kemampuan globalnya. Perubahan dalam aliran informasi antara wilayah otak anterior dan posterior menunjukkan mekanisme saraf yang mendasari kelelahan mengemudi. Temuan ini memberikan dasar teoretis untuk memahami dampak kelelahan mengemudi pada kemampuan pemrosesan informasi otak.

Penelitian yang dilakukan oleh Demir et al (2022), dengan judul "*Detection and Analysis of Driver Fatigue Stages with* EEG *Signals*" bertujuan untuk menganalisis kelelahan pengemudi menggunakan data EEG. Responden yang digunakan sebanyak 27 orang dengan 52 data EEG yang digunakan dari total 62 yang dikumpulkan karena adanya perbedaan ukuran data. Responden diharuskan mengemudi menggunakan *driving simulator* selama 90 menit dengan menjaga kendaraan tetap berada di tengah jalur dalam kondisi malam hari serta

mempertahankan kecepatan sekitar 100 km/jam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui berhasil mendeteksi tahapan kelelahan pengemudi menggunakan sinyal EEG. Tingkat kelelahan berada antara menit 67,5 dan 90.

Penelitian yang dilakukan oleh Pradeep Kumar et al (2021), dengan judul "*Detecting Driver Mental Fatigue Based on Electroencephalogram* (EEG) *Signals During Simulated Driving*" bertujuan untuk menganalisis kondisi kelelahan dari sinyal EEG pengemudi ketika melakukan tugas. Responden yang digunakan sebanyak 10 orang dengan eksperimen mengemudi dengan diberikan distraksi visual dan kognitif. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui jika wikayah oksipital dan temporal menunjukkan potensi yang baik dalam mendeteksi kelelahan pengemudi.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis & Tahun	Judul	Subjek	Topik			
				Driving Simulator	***Smartphone***	**Performansi**	**EEG**
1	(Hartanto, 2019)	Pengaruh Mengemudi Malam dan Kondisi Jalan Monoton Terhadap Kelelahan Pengemudi dan Implikasinya Pada Kecelakaan	Pengemudi AKAP			✓	
2	(WANG et al., 2021)	*Using EEG to Detect Fatigue Based On Common Spatial Pattern and Support Vector Machine*	Pengemudi Mobil			✓	✓
3	(Apriliansyah, 2022)	Analisis Perubahan Tingkat Beban Kerja Pengemudi Berdasarkan Karakteristik Penumpang Dengan Sensor *Galvanic Skin Response* dan *Driving Simulator*	Pengemudi Mobil	✓		✓	
4	(Wascher et al., 2023)	*Tracking Drivers' Minds: Continuous Evaluation of Mental*	Mahasiswa	✓		✓	✓

No	Penulis & Tahun	Judul	Subjek	Topik			
				Driving Simulator	***Smartphone***	**Performansi**	**EEG**
		Load and Cognitive Processing In A Realistic Driving Simulator Scenario By Means Of The EEG					
5	(Ossai et al., 2024)	*Classifying the Cognitive Performance of Drivers While Talking on Hands-Free Mobile Phone Based on Innovative Sensors and Intelligent Appro*	Pengemudi Mobil	✓	✓	✓	✓
6	(Fancello et al., 2025)	*Analysis Of Visual Distraction Related to Smartphone Use While Driving*	Pengemudi Mobil	✓	✓	✓	
7	(Abadi, 2022)	Analisis Pengaruh Mendengarkan Podcast Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan *Driving Simulator* dan *Muse Brain Sensing Headband*	Pengemudi Mobil	✓		✓	✓

No	Penulis & Tahun	Judul	Subjek	Topik			
				Driving Simulator	***Smartphone***	**Performansi**	**EEG**
8	(Prihartono, 2023)	Pengaruh Optimistik dan Pesimistik Bias Terhadap Tingkat Stres dalam Penyelesaian "tugas" Menggunakan *Muse Headband* dan *Driving Simulator*	Mahasiswa	✓		✓	✓
9	(Ren et al., 2021)	*EEG-Based Driving Fatigue Detection Using a Two-Level Learning Hierarchy Radial Basis Function*	Pengemudi Mobil	✓		✓	✓
10	(Peng et al., 2021)	*Fatigue Detection in SSVEP-BCIs Based on Wavelet Entropy of EEG*	Mahasiswa			✓	✓
11	(Affanni et al., 2022)	*Development of an EEG Headband for Stres Measurement on Driving Simulator*	Pengemudi Mobil	✓		✓	✓

No	Penulis & Tahun	Judul	Subjek	Topik			
				Driving Simulator	***Smartphone***	**Performansi**	**EEG**
12	(Shahbakhti et al., 2023)	*Fusion of EEG and Eye Blink Analysis for Detection of Driver Fatigue*	Pengemudi Mobil	✓		✓	✓
13	(Qin et al., 2022)	*Directed Brain Network Analysis for Fatigue Driving Based on EEG Source Signals*	Mahasiswa	✓		✓	✓
14	(Demir et al., 2022)	*Detection and Analysis of Driver Fatigue Stages with EEG Signals*	Mahasiswa	✓		✓	✓
15	(Pradeep Kumar et al., 2021)	*Detecting Driver Mental Fatigue Based on Electroencephalogram (EEG) Signals During Simulated Driving*	Mahasiswa	✓		✓	✓

Berdasarkan Tabel 2. 1 diketahui bahwa posisi penelitian dengan membandingkan penelitian terdahulu dengan penelitian yang berkaitan. Terdapat penelitian sebelumnya yang membahas *Muse Electroencephalography* (EEG) *Headband*, *driving simulator*, pupilometer dan perfomansi. Pada penelitian ini, peniliti akan mengukur tingkat kelelahan pengemudi mobil melalui desain eksperimen menggunakan *driving simulator* dan

Muse Headband serta menganalisis ukuran pupil mata seseorang sebelum dan sesudah melakukan eksperimen. Penelitian ini akan menghasilkan durasi pengemudi merasakan kelelahan serta mengetahui ada tidaknya perbedaan ukuran pupil mata pengemudi sebelum dan sesudah kelelahan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu "*ergon*" yang berarti kerja dan "*nomos*" yang berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi merupakan suatu aturan atau norma yang ada dalam sistem kerja. Secara umum penerapan ergonomi dapat dilakukan dimana saja, baik di lingkungan rumah, di tempat kerja, di perjalanan, maupun di lingkungan sosial. Ruang lingkup ergonomi sangat luas dan mencakup segala aspek, tempat dan waktu (Cynthia, 2021). Menurut *International Ergonomics Association* yang dikutip dalam penelitian Junaedi (2021), jenis ergonomi dikategorikan menjadi empat diantaranya ialah:

1. Ergonomi Fisik

   Berhubungan dengan anatomi tubuh manusia, antropometri, karakteristik fisiologis dan biomekasnis yang berkaitan dengan aktivitas fisik. Misalnya, postur kerja, pemindahan material, gerakan berulang-ulang, tata letak tempat, keselamatan dan kesehatan.
2. Ergonomi Kognitif

   Proses mental manusia sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem. Misalnya, persepsi, respon, penalaran, beban kerja, pengambilan keputusan, interaksi manusia dengan computer, keandalan manusia, dan stres kerja.
3. Ergonomi Organisasi

   Berhubungan dengan optimalisasi sistem sosioteknik. Misalnya, struktur organisasi, kebijakan, dan proses. Topik yang relevan dalam ergonomi ergonomi organisasi yaitu berhubungan dengan komunikasi, manajemen sumber daya, desain pekerjaan, perancangan waktu kerja, kerja tim, perancangan partisipatif, kultur organisasi, maupun manajemen kualitas.
4. Ergonomi Lingkungan

   Berhubungan dengan pencahayaan, temperature, kebisingan, dan getaran. Topik yang relevan dengan ergonomi lingkungan antara lain perancangan ruang kerja dan sistem akustik.

2.2.2 Ergonomi Kognitif

Ergonomi kognitif adalah suatu cabang ergonomi yang berkaitan dengan proses mental manusia, proses mental tersebut meliputi persepsi, ingatan, dan reaksi, yang sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap penggunaan elemen sistem (Hutabarat, 2017). Ergonomi kognitif mempelajari kognisi serta sistem kerja terutama yang berkaitan dengan setelah operasi, dalam

rangka mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan performa sistem. Ergonomi kognitif berusaha menyelidiki proses-proses mental di dalam diri manusia dengan cara objektif dan ilmiah (Masniar et al., 2022).

2.2.3 Performansi

Performansi adalah wujud nyata dan dapat diamati. Dalam pembelajaran, pembelajar memproses kompetensi tertentu, sehingga kompetensi yang tidak diamati dapat diukur dan diperiksa dengan cara mengamati performansi. Hal tersebut mengatakan jika proses pembelajaran dapat dinilai dalam bentuk tes untuk mengetahui sejauh mana seseorang dapat mendemonstrasikan hasil belajarnya (Khasanah et al., 2019).

2.2.4 *MUSE Electroencephalography (EEG) headband*

EEG adalah alat yang digunakan untuk memindai otak dengan menggunakan sensor untuk menangkap sinyal yang didapatkan dari hasil aktivitas otak. EEG diukur dibagian kulit kepala dan menangkap medan listrik yang dihasilkan oleh otak besar (Pamungkas & Indratno, 2021).

Muse headband tidak hanya mampu membedakan jenis-jenis gelombang otak, akan tetapi dapat mengukur frekuensi gelombang juga. Berdasarkan frekuensi gelombang otak yang diukur kita dapat memperkirakan emosi yang sedang dirasakan oleh seseorang. Terdapat beberapa hubungan yang sesuai antara gelombang otak dan emosi, ketika seseorang sedang senang maka otak akan mengirimkan gelombang *Alpha* begitu pula sebaliknya jika seseorang merasa cemas dan marah, otak akan mengirimkan gelombang *Beta.* Adapun tata cara penggunaan *muse headbang* sebagai berikut:

1. Memastikan baterai perangkat *muse headband* telah terisi penuh
2. Memastikan kulit kepala pengguna tepat berada di sensor *headband* melakukan kontak
3. Menekan tombol *power* yang berada pada perangkat untuk menyalakan perangkat
4. Meletakkan *muse headbang* pada bagian depan kepala, lalu kencangkan *headband* agar sensor dapat bekerja dengan maksimal
5. Koneksikan perangkat dengan *smartphone*
6. Lakukan aktivitas agar perangkat dapat mendeteksi aktivitas otak ketika pengguna melakukan aktivitas

Data yang direkam menggunakan *muse headband* adalah data *Electroencephalography* (EEG) dalam satuan *microvolts* (μV) yang berkisar 0 – 1682 μV dari setiap sensornya. Sinyal EEG diukur berdasarkan amplitude yang diukur dalam satuan *microvolts* (μV), dari titik

gelombamg tertinggi ke terendah yang meliputi *low* < 25 μV, *medium* atau *moderate* yaitu 25 -75 μV, *high* > 75 μV, dan normal 15 – 50 μV (Abadi, 2022).

2.2.5 Gelombang Otak

Manusia merupakan mahluk hidup yang sangat kompleks dengan berisikan miliaran sel aktif yang saling bekerja sama membentuk suatu jaringan. Jaringan saraf yang hadir memiliki sistem transmisi informasi berdasarkan kelistrikan tubuh. Seluruh bagian tubuh hingga permukaan kulit memiliki sifat kelistrikan yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi manusia (Murti, 2021).

Gelombang otak merupakan salah satu bagian tubuh manusia berupa impuls listrik yang berada di dalam otak. Emosi, perilaku, hingga pemikiran seseorang dikomunikasikan melalui neuron-neuron yang berada di dalam otak. Seluruh gelombang otak timbul dikarenakan getaran listrik yang disinkronkan dari massa neuron yang saling berkomunikasi satu sama lain. Gelombang otak memiliki beberapa frekuensi ada yang cepat dan ada yang lambat (Sofiani & Juniati, 2022). Otak manusia umumnya menginformasikan empat gelombang otak yaitu *Beta, Alpha, Theta,* dan *Delta*. Empat gelombang tersebut berlangsung secara bergantian dalam diri kita. Berikut merupakan penjelasan lebih rinci mengenai masing-masing gelombang otak (Fajri, 2020).

1. Gelombang *gamma* (γ)

   Gelombang otak yang memiliki frekuensi antara 20 – 40 Hz dan amplitude 0,5 – 2 mikrovolt. Gelombang ini dipancarkan ketika seseorang melakukan aktivitas mental yang sangat tinggi dan berada dalam kondisi kesadaran penuh, misalnya ketika sedang berada dalam keadaan takut, histeris, dan panik berlebihan. Gelombang *gamma* berbahaya bagi otak.

2. Gelombang *beta* (β)

   Gelombang otak yang memiliki frekuensi 12 – 25 Hz dan amplitude 1 – 5 mikrovolt. Gelombang ini dipancarkan ketika seseorang melakukan aktivitas mental yang terjaga penuh, misalnya ketika sedang berdiskusi, berpikir, konsentrasi, dan memecahkan masalah. Ketika otak seseorang memancarkan gelombang beta, maka bagian otak yang bekerja secara dominan adalah otak kiri. Pada keadaan ini otak memproduksi hormon kortisol dan norepinefrin yang berperan atas timbulnya rasa cemas, khawatir, stres dan marah.

3. Gelombang *Alpha* (α)

Gelombang otak yang memiliki frekuensi 8 – 12 Hz dan amplitude 20 – 80 mikrovolt. Gelombang ini dipancarkan ketika seseorang dalam keadaan rileks, mengantuk, melamun atau berimajinasi. Dimana otak manusia akan memproduksi hormon serotonin dan endorphin yang menimbulkan rasa tenang, nyaman, dan bahagia. Selain itu, gelombang ini dapat meningkatkan kekebalan tubuh, pembuluh darah akan terbuka lebar, detak jantung stabil dan meningkatkan kemampuan indera. Dalam konteks hypnosis, ketika otak memancarkan gelombang alfa, maka filter menuju ke area pikiran bawah sadar seseorang mulai terbuka, sehingga mulai mudah menerima sugesti.

4. Gelombang *Theta* (θ)

   Gelombang otak yang memiliki frekuensi 4 – 8 Hz dan amplitude 5 – 10 mikrovolt. Gelombang ini dipancarkan ketika seseorang berada dalam kondisi tidur hypnosis, meditasi dalam, dan khusyu. Ketika gelombang ini terpancarkan maka orang tersebut memasuki area pikiran bawah sadarnya, sehingga sugesti yang diberikan orang lain akan mudah diterima. Dimana otak manusia akan memproduksi hormon melatonin, *catecholamine,* dan *arginine vasopressin* (AVP) yang menimbulkan pikiran lebih rileks, tenang, hening dan berpotensi munculnya intuisi.

5. Gelombang *Delta* (δ)

   Gelombang otak yang memiliki frekuensi 0,5 – 4 Hz dan amplitude 100 – 200 mikrovolt. Gelombang ini dipancarkan ketika seseorang berada dalam keadaaan tidur lelap tanpa mimpi. Pada keadaan ini tubuh dan pikiran manusia sedang dalam keadaan istirahat. Tubuh melakukan proses pemulihan dan perbaikan terhadap jaringan yang mengalami kerusakan dan memproduksi sel-sel baru.

2.2.6 *Driving Simulator*

Driving simulator adalah sebuah aplikasi dari simulasi kinematic dan simulasi dinamis dengan bantuan komputer. *Driving simulator* akan menempatkan pengemudi di lingkungan buatan yang diyakini dapat menjadi pengganti yang valid untuk pengalaman berkendara yang sebenarnya. *Driving simulator* kini digunakan oleh para peneliti dalam mendesain kendaraan, jalan raya yang cerdas, serta studi perilaku manusia seperti pengemudi di bawah pengaruh obat-obatan, alkohol, dan kondisi cuaca buruk. *Driving simulator* menyediakan lingkungan yang aman untuk pengujian dengan pengukuran yang terkontrol dan berulang (Sekarwati et al., 2020). *Driving simulator* memberikan beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan kendaraan sebenarnya diantaranya ialah:

1. Pengemudi dari berbagai lokasi yang berbeda dapat menjalani kendaraan dalam kondisi yang sama
2. *Driving simulator* dapat mengukur kinerja secara akurat dan efisien
3. *Driving simulator* dapat digunakan untuk mempersiapkan pelatihan dalam mengatasi pekerjaan yang tidak dapat diprediksi atau dalam kondisi kritis yang tidak tepat jika dilakukan pelatihannya di jalan
4. *Driving simulator* memberikan kesempatan untuk melakukan umpan balik atau instruksi yang tidak mudah diperoleh pada kendaraan sebenarnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah suatu hal yang diteliti sebagai sasaran dari suatu penelitian. Subjek yang digunakan pada penelitian ini yaitu mahasiswa Universitas Islam Indonesia yang telah memiliki Surat Izin Mengemudi (SIM) untuk mobil. Berikut merupakan klasifikasi dari responden pada penelitian ini:

1. Memiliki Surat Izin Mengemudi mobil (SIM A)

   Kepemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM) menandakan jika pengemudi memiliki izin untuk mengemudikan sebuah mobil sehingga mampu menggambarkan responden yang memiliki kemampuan mengemudi yang baik serta mengetahui segala aturan lalu lintas yang diterapkan di Indonesia.

2. Sehat jasmani dan Rohani

   Responden yang digunakan pada penelitian ini memiliki kondisi tubuh yang prima untuk pengambilan data sehingga tidak terdapat gangguan kesehatan yang akan menjadi sebab akibat kurang akuratnya data yang diperoleh.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah suatu hal yang akan dilakukan penelitian. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah performansi pengemudi ketika menggunakan *smartphone* atau tidak menggunakan *smartphone*. Kondisi akan disimulasikan melalui Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi yang telah dilengkapi dengan *driving simulator* dan perangkat lunak berupa *city car driving*.

Performansi pengemudi akan diukur dan dibaca oleh alat MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* yang berfungsi untuk memberikan informasi terkait penyimpangan perhatian selama melakukan sebuah aktivitas serta dilak jumlah kesalahan.

3.3 Populasi dan Sampel

Berikut adalah populasi dan sampel yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Populasi Penelitian

   Populasi penelitian dalam penelitian yang akan dilakukan adalah seluruh Mahasiswa Universitas Islam Indonesia.

2. Sampel Penelitian

   Penelitian ini menggunakan desain eksperimen. Menurut (Sabban et al., 2020) sehingga penelitian yang bersifat eksperimen dapat menggunakan persamaan replikasi untuk menentukan persamaan dapat dirumuskan sebagai berikut:

   $$(\mathrm{t}-2)(\mathrm{r}-1) > 15$$

   Dimana:

   t = *treatment* (Perlakuan)

   r = replikasi (Jumlah pengulangan kembali perlakuan yang sama)

Pada penelitian ini memiliki jumlah perlakuan sebanyak dua kali meliputi 10 menit mengemudi tanpa menggunakan *smartphone* dan 10 menit mengemudi menggunakan *smartphone*. Berdasarkan rumus tersebut dengan dua perlakuan maka jumlah replikasi yang harus dilakukan berjumlah lebih dari 16 replikasi dan pada penelitian ini jumlah replikasi yang dilakukan yaitu sebanyak 20 replikasi sehingga telah memenuhi jumlah replikasi.

3.4 Jenis Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan sekunder. Berikut merupakan penjelasan dari dua jenis data tersebut:

a. Data Primer

   Data primer adalah data penelitian yang diambil secara langsung melalui observasi menggunakan eksperimen. Pada penelitian ini data primer didapatkan melalui kuesioner serta pengamatan langsung ketika subjek melaksanakan tugas yang akan diberikan. Berikut merupakan rincian dari data primer yang diambil:

   1. Hasil kuesioner demografi responden
   2. Pengukuran gelombang otak menggunakan *Muse Electroencephalography* (EEG) *headband*

3. Pengukuran performansi responden dengan menggunakan video rekaman jumlah kesalahan

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung melalui sumber-sumber lain. Sumber data sekunder dalam penelitian ini adalah penelitian terdahulu, laporan serta buku yang berkaitan dan digunakan sebagai pembantu analisa serta data pendukung dalam penelitian ini.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode desain eksperimen dan kuesioner dalam pengumpulan data. Desain eksperimen dilakukan dengan menggunakan *driving simulator* sebagai sarana aktivitas yang akan diteliti dan pengukuran serta perekaman aktivitas gelombang otak menggunakan MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband*. Kuesioner digunakan untuk mendapatkan data demografi dari responden.

Selama pelaksanaan kegiatan desain eksperimen, responden akan dipasang MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* untuk merekam aktivitas gelombang otak yang terjadi terhadap responden serta melakukan *screen record* layar untuk mengetahui jumlah kesalahan yang dilakukan oleh responden. Responden juga akan diberitahu terlebih dahulu bagaimana mekanisme menggunakan *driving simulator* serta melakukan uji coba terlebih dahulu sebelum dilakukannya pengujian. Ketika responden telah siap, maka pengambilan data akan dilakukan.

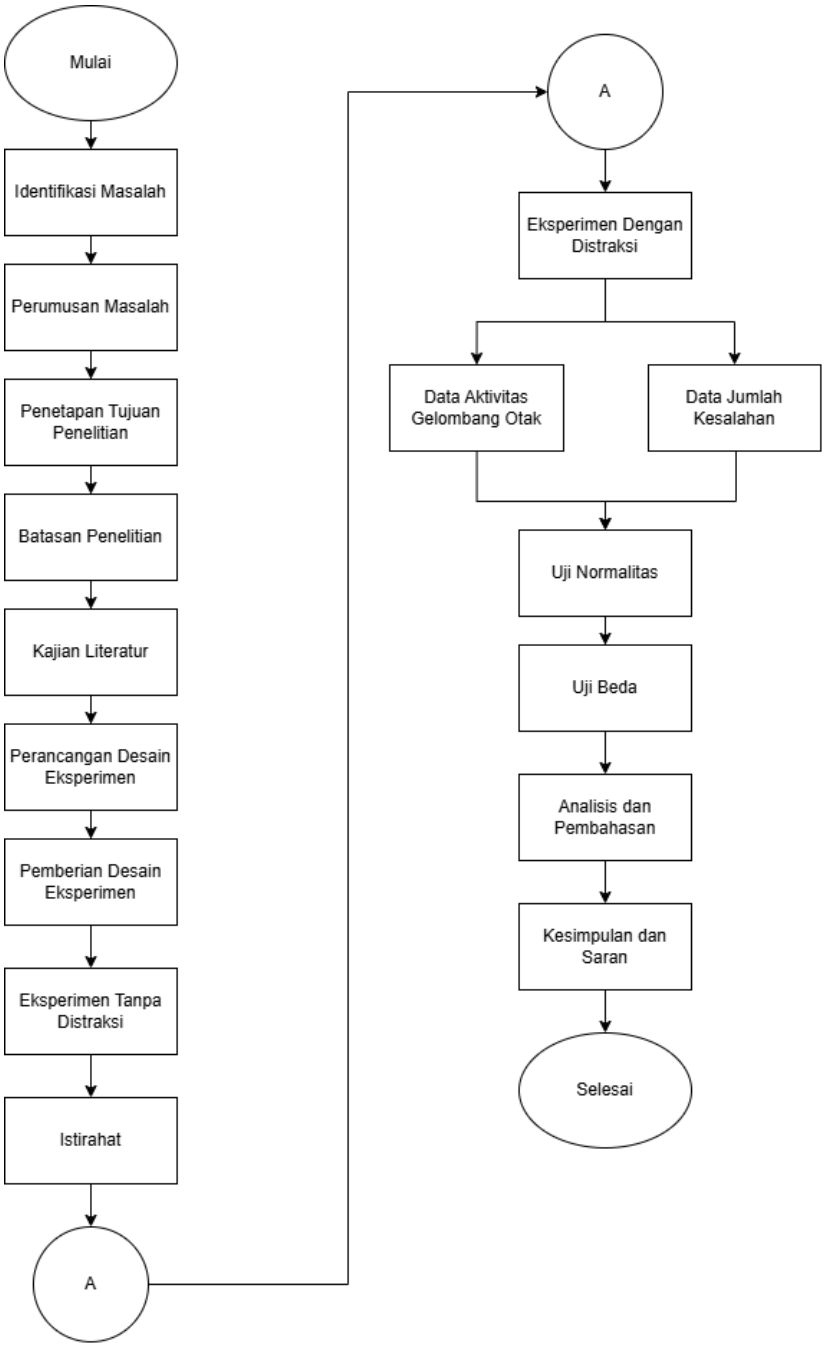
3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat-alat yang dibutuhkan dalam menyelesaikan penelitian, meliputi proses pengumpulan, pengolahan, dan analisis data. Berikut merupakan instrument-instrumen yang terdapat dalam penelitian ini:

1. MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband*
2. Aplikasi Mind Monitor
3. Logitech G29 *Driving Force Racing Wheel with Force Shifter*
4. *Personal Computer* Samsung 43” *Curved Display* DFHD LC43j890
5. *Software City Car Driving*
6. *Software* SPSS

3.7 Diagram Alir Penelitian

Penelitian akan tergambarkan dengan jelas bagaimana dalam pelaksanaannya sesuai dengan diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Penjelasan dari diagram alir di atas berdasarkan gambar 3. 1 adalah sebagai berikut:

1. Mulai
2. Identifikasi Masalah

   Peneliti melakukan identifikasi masalah dan diperoleh salah satu dari masalah tersebut yaitu tingkat stres yang dialami oleh pengemudi ketika berkendara adalah akibat dari terdapatnya distraksi yang diterima oleh pengemudi sehingga berdasarkan distraksi yang diterima tersebut pengemudi mengalami penurunan konsentrasi hingga mengakibatkan menurunnya performa pengemudi.
3. Perumusan Masalah

   Selanjutnya peneliti merumuskan masalah penelitian berdasarkan permasalahan yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Penetapan Tujuan Penelitian

   Selanjutnya peneliti menentukan tujuan dari penelitian berdasarkan rumusan yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat stres yang dihadapi ketika pengemudi mendapatkan distraksi berupa menggunakan *smartphone* selama mengemudikan mobil.
5. Batasan Penelitian

   Batasan masalah penelitian digunakan agar penelitian dapat berfokus pada masalah yang telah ditetapkan dan pembahasan masalah tidak meluas.
6. Kajian Literatur

   Selanjutnya peneliti mengumpulkan literatur atau referensi dari jurnal atau buku yang berhubungan dan dapat mendukung penelitian ini. Literatur yang dikumpulkam meliputi studi yang berkaitan dengan *driving simulator*, *muse*, dan performansi pengemudi.
7. Perancangan Desain Eksperimen

   Perancangan desain eksperimen dilakukan dengan peneliti merancang eksperimen yang akan diuji oleh responden. Adapun desain eksperimen yang akan dilakukan oleh peneliti tediri dari dua perlakuan, yaitu tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat ketika mengemudi.
8. Pemberian Desain Eksperimen

   Pemberian desain eksperimen, memerlukan prosedur dan tata cara yang jelas sehingga mendapatkan hasil yang akurat. Eksperimen yang dilakukan terdiri atas dua perlakuan

yang berbeda pada tanpa menjawab dan menjawab pesan singkat. Desain eksperimen dilaksanakan dengan beberapa ketentuan dan prosedur sebagai berikut.

a. Pemberian Informasi

   Pada tahap pemberian informasi kepada responden, segala informasi mengenai penelitian seperti tujuan yang ingin dicapai, teknis, mekanismen, dan tahapan desain eksperimen yang melibatkan responden. Diperkenalkannya alat ukur yang akan digunakan dalam desain eksperimen penelitian ini, yaitu MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* yang berfungsi sebagai pendeteksi dan mengukur aktivitas gelombang otak yang akan menjadi acuan tingkat stres responden.

b. Pengisian Kuesioner Data Diri

   Pada tahap pengisian kuesioner, peneliti memberikan link Google Form kepada responden. Dari kuesioner tersebut diketahui informasi data pribadi responden apakah telah memenuhi karakteristik responden yang dibutuhkan.

c. Pemasangan Alat Ukur dan Uji Coba

   Sebelum dilakukannya pemasangan alat ukur, terlebih dahulu memperkenalkan alat ukur yang digunakan dan bagaimana mekanisme pengambilan data dilakukan. Alat ukur yang digunakan yaitu MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband.* MUSE dipasangkan pada kepala tepatnya bagian jidat di atas alis, akan tetapi sebelumnya bagian kulit kepala tempat dimana alat menempel dibersihkan terlebih dahulu menggunakan tisu. Hal itu dilakukan agar lebih mudah bagi sensor MUSE *headband* untuk mendeteksi dan menangkap sinyal gelombang otak.

   Apabila MUSE *headband* telah terpasangan dengan sempurna, maka pada aplikasi mindmonitor akan menunjukkan pergerakan grafik dan besar sinyal yang tertangkap pada lima gelombang yaitu, *alpha, beta, theta, delta* dan *gamma.* Selanjutnya responden diberikan izin untuk melakukan uji coba melaksanakan aktivitas mengemudi dengan menggunakan *Driving Simulator* untuk membiasakan diri terhadap kondisi pemakaian *Muse Headband* dan *Driving Simulator*. Uji coba ini berlangsung selama 5 – 10 menit.

9. Pengambilan Data Eksperimen

   Setelah responden sudah mulai beradaptasi dengan pemakaian *Muse Headband* dan *Driving Simulator* melalui uji coba selama 5 – 10 menit, maka selanjutnya dapat

dilakukan pengambilan data dengan menerapkan desain eksperimen yang telah dijelaskan sebelumnya. Pengambilan data dilakukan selama 5 hari karena adanya kendala dalam menemukan responden yang bersedia serta terdapat *error* pada alat yang digunakan yaitu *Muse Headband*. Berikut merupakan penjelasan secara rinci bagaimana pengambilan dilakukan setiap respondennya.

a. Eksperimen Tanpa Distraksi

   Pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi, responden akan mengemudi menggunakan *driving simulator* tanpa menjawab pesan singkat selama 10 menit. Sebelum dilakukannya perlakuan mengemudi tanpa distraksi oleh responden, peneliti akan melakukan *screen record* terlebih dahulu untuk nantinya dilakukan perhitungan terkait jumlah kesalahan yang dialami oleh responden.

b. Eksperimen Dengan Distraksi

   Pada perlakuan mengemudi dengan distraksi, responden akan mengemudi menggunakan *driving simulator* dengan menjawab pesan singkat selama 10 menit. Sebelum dilakukannya perlakuan mengemudi dengan distraksi oleh responden, peneliti akan melakukan *screen record* terlebih dahulu untuk nantinya dilakukan perhitungan terkait jumlah kesalahan yang dialami oleh responden.

10. Proses Pengolahan data Aktivitas Gelombang Otak dan Jumlah Kesalahan

    Hasil dari eksperimen simulasi mengemudi berupa grafik gelombang *beta, delta, theta, alpha*, dan *gamma* yang akan diolah menggunakan *software mind monitor* sehingga tingkat aktivitas gelombang dapat diketahui. Sedangkan, untuk jumlah kesalahan responden saat mengemudi diperoleh hasil berupa rekapitulasi kesalahan berdasarkan jenis pelanggaran yang dilakukan untuk setiap responden. Pengolahan data dilakukan melalui uji statistik yaitu:

    a. Uji Normalitas

       Uji normalitas adalah pengujian untuk menilai data pada sebuah kelompok sebaran data apakah data tersebut sudah berdistribusi dengan normal. Adapun 5 cara untuk melakukan uji normalitas dengan menggunakan SPSS yang diantaranya, uji Chi-square, uji grafik, uji Liliefors, uji Shapiro Wilk, dan Uji Kolmogorov-Smirnov. Akan tetapi, dikarenakan jumlah data yang digunakan pada penelitian ini hanya sebanyak 20, yang artinya < 30 data, maka, uji normalitas yang digunakan pada peneitian ini ialah uji Shapiro Wilk.

b. Uji Beda

Uji paired sample t-test dilakukan untuk mengetahui perbedaan signifikan antara dua perlakuan mengemudi terhadap aktivitas gelombang otak dan jumlah kesalahan.

11. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis terkait aktivitas gelombang otak dan ukuran pupil mata responden ketika mengemudi dan merujuk pada rumusan masalah. Analisis yang dilakukan didukung dengan hasil uji statistik dan referensi yang diperoleh dari studi literatur.

12. Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan jika hasil dari penelitian yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Saran diberikan untuk menyempurnakan penelitian dan sebagai referensi untuk penelitian terkait selanjutnya.

13. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Responden

Profil responden yang terdapat pada Tabel 4. 1 berisikan informasi tentang data pribadi responden yang diperoleh ketika pengambilan data dilakukan. Pengambilan data dilakukan secara langsung dan berjumlah sebanyak 20 orang yang berjenis kelamin pria. Berikut merupakan profil responden pada penelitian ini:

Tabel 4. 1 Demografi Responden

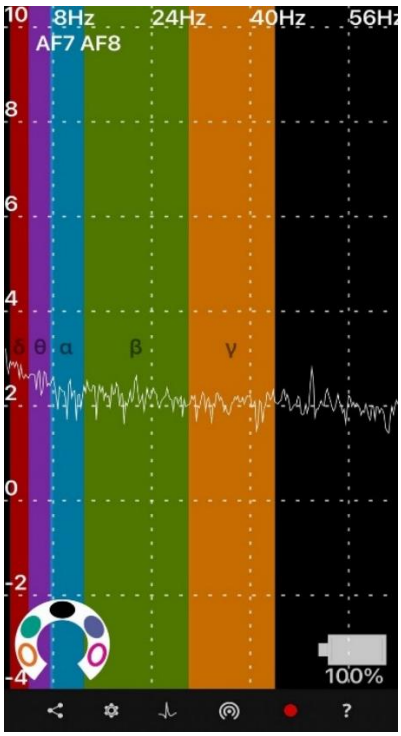
Responden	Usia	Apakah anda memiliki Surat Izin Mengemudi Mobil (SIM A)?	Sudah berapa lama anda bisa mengendarai mobil? (Tahun)	Kondisi Sehat Jasmani dan Rohani?
Responden 1	21	Ya	3	Ya
Responden 2	22	Ya	8	Ya
Responden 3	22	Ya	8	Ya
Responden 4	22	Ya	5	Ya

Responden	Usia	Apakah anda memiliki Surat Izin Mengemudi Mobil (SIM A)?	Sudah berapa lama anda bisa mengendarai mobil? (Tahun)	Kondisi Sehat Jasmani dan Rohani?
Responden 5	21	Ya	3	Ya
Responden 6	21	Ya	5	Ya
Responden 7	21	Ya	5	Ya
Responden 8	22	Ya	5	Ya
Responden 9	21	Ya	5	Ya
Responden 10	21	Ya	4	Ya
Responden 11	21	Ya	3	Ya
Responden 12	20	Ya	2	Ya
Responden 13	22	Ya	8	Ya
Responden 14	24	Ya	9	Ya
Responden 15	21	Ya	7	Ya
Responden 16	21	Ya	4	Ya
Responden 17	20	Ya	5	Ya
Responden 18	21	Ya	3	Ya
Responden 19	22	Ya	7	Ya
Responden 20	21	Ya	1	Ya

Dari Tabel 4. 1, dapat diketahui jika seluruh responden telah memenuhi klasifikasi kriteria yang telah ditentukan untuk menjadi responden pada penelitian ini yaitu memiliki surat izin mengemudi mobil (SIM A) dan berjenis kelamin pria untuk memudahkan penggunaan *Muse Electroencephalography Headband* ketika pengambilan data berlangsung.

4.2 Hasil Rekapitulasi Aktivitas Gelombang Otak

Hasil rekapitulasi aktivitas gelombang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *Muse Electroencephalography* (EEG) *headband* yang dipasangkan di kepala responden selama melakukan aktivitas mengemudi tanpa diberikan perlakuan selama 10 menit dan mengemudi dengan diberikan perlakuan selama 10 menit. Berikut merupakan gambar pengambilan data yang ditampilkan pada *software mind monitor* dalam mendeteksi dan merekam aktivitas gelombang otak.



Gambar 4. 1 *Mind Monitor*

Pada saat mengemudi menggunakan *driving simulator,* responden diberikan 2 perlakuan yaitu mengemudi tanpa aktivitas menjawab pesan singkat, kemudian mengemudi dengan menjawab pesan singkat. Tidak hanya untuk mengukur, namun *Muse Electroencephalography* (EEG) *headband* juga mampu merekam dari hasil interpretasi dan mentah aktivitas gelombang otak melalui sinyal TP9, AF7, AF8, dan TP10. Setiap sinyal tersebut mewakili gelombang otak *alpha, beta, delta, theta,* dan *gamma.* Data yang telah direkam akan diolah untuk mendapatkan nilai rata-ratanya dengan tujuan menentukan nilai dari setiap sinyal gelombang otak. Berikut merupakan rincian secara jelas mengenai hasil pengukuran aktivitas gelombang otak responden.

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Gelombang Otak

Responden	Gelombang	Perlakuan 1	Perlakuan 2
Responden 1	*Delta*	72.821	77.209
	Theta	63.596	65.71
	Alpha	69.837	68.776
	Beta	76.925	79.129
	Gamma	48.898	47.064
Responden 2	*Delta*	70.891	72.06
	Theta	68.985	67.031
	Alpha	75.973	74.706
	Beta	83.355	80.73
	Gamma	55.977	58.734
Responden 3	*Delta*	74.208	66.065
	Theta	74.767	67.498
	Alpha	77.963	73.538
	Beta	82.892	80.619
	Gamma	61.816	51.471
Responden 4	*Delta*	71.435	72.559
	Theta	74.103	71.133
	Alpha	82.938	80.42
	Beta	83.956	82.505
	Gamma	58.939	58.697
Responden 5	*Delta*	64.289	64.936
	Theta	73.608	73.787
	Alpha	76.536	74.403
	Beta	87.5	87.688
	Gamma	51.051	52.235
Responden 6	*Delta*	65.364	63.248
	Theta	64.502	63.706
	Alpha	73.153	70.476
	Beta	78.794	80.578
	Gamma	50.322	47.946
Responden 7	*Delta*	77.673	84.324
	Theta	74.494	77.411
	Alpha	76.248	82.246
	Beta	84.902	89.021
	Gamma	64.51	69.985
Responden 8	*Delta*	65.851	70.162
	Theta	64.796	67.369
	Alpha	72.922	74.969
	Beta	82.427	85.598
	Gamma	48.692	54.252
Responden 9	*Delta*	70.525	66.505
	Theta	64.929	63.361
	Alpha	70.504	68.056
	Beta	79.616	77.197

Responden	Gelombang	Perlakuan 1	Perlakuan 2
	Gamma	60.782	54.602
	Delta	70.775	69.352
	Theta	78.189	74.099
Responden 10	*Alpha*	82.584	79.169
	Beta	90.465	87.128
	Gamma	54.729	53.995
	Delta	69.887	77.793
	Theta	70.831	66.64
Responden 11	*Alpha*	79.109	75.781
	Beta	74.618	82.385
	Gamma	58.753	52.997
	Delta	78.289	80.959
	Theta	84.153	85.927
Responden 12	*Alpha*	87.922	87.059
	Beta	96.517	96.911
	Gamma	60.531	64.482
	Delta	84.081	84.116
	Theta	71.942	75.019
Responden 13	*Alpha*	80.786	83.544
	Beta	91.301	91.569
	Gamma	77.889	75.964
	Delta	75.478	77.253
	Theta	77.876	81.084
Responden 14	*Alpha*	83.4	84.277
	Beta	88.663	92.813
	Gamma	55.272	59.049
	Delta	74.649	72.869
	Theta	66.62	64.946
Responden 15	*Alpha*	78.204	76.385
	Beta	83.404	84.069
	Gamma	63.399	60.251
	Delta	80.203	75.261
	Theta	77.781	75.282
Responden 16	*Alpha*	81.556	78.961
	Beta	88.386	88.53
	Gamma	67.123	60.386
	Delta	82.784	75.79
	Theta	74.347	75.026
Responden 17	*Alpha*	75.436	73.358
	Beta	88.411	88.598
	Gamma	74.95	65.233
	Delta	81.223	81.96
	Theta	74.596	72.229
Responden 18	*Alpha*	79.303	79.316
	Beta	84.764	85.056
	Gamma	68.81	72.283

Responden	Gelombang	Perlakuan 1	Perlakuan 2
Responden 19	*Delta*	86.572	85.984
	Theta	75.294	73.928
	Alpha	81.029	79.068
	Beta	88.612	89.299
	Gamma	78.723	77.067
Responden 20	*Delta*	71.252	70.665
	Theta	68.181	63.909
	Alpha	73.462	70.409
	Beta	76.066	81.078
	Gamma	71.01	63.377

Berdasarkan pernyataan yang disampaikan oleh (Elias, 2009), gelombang otak seperti *Alpha, Beta, Delta, Gamma,* dan *Theta* berfungsi secara bergantian dalam aktivitas kehidupan yang dilakukan. Sepersekian detik masing-masing gelombang otak secara bergantian akan mendominasi. Salah satu gelombang otak yang terpicu ketika seorang manusia melakukan kegiatan kognitif seperti berpikir, berdiskusi, membaca, berkonsentrasi, dan mencari pemecahan masalah adalah gelombang *beta.* Ketika gelombang *beta* pada otak bekerja, maka akan menghasilkan hormon kortisol dan norepefinin yang memiliki peran untuk munculnya rasa cemas, khawatir, stres dan marah. Sehingga pada penelitian ini, untuk mencari korelasi antara tingkat stres dari seseorang terhadap perlakuan ketika mengemudi yang terjadi gelombang otak yang digunakan hanyalah gelombang otak *beta.*

4.3 Hasil Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi

Salah satu cara untuk menilai performa dari mengemudi adalah dengan menghitung jumlah pelanggaran yang dilakukan oleh pengemudi. Semakin banyak kesalahan yang terjadi ketika berkendara, maka semakin buruk performa mengemudinya. Pada Tabel 4.3 adalah rekapitulasi dari jumlah kesalahan yang dilakukan oleh responden ketika mengemudi menggunakan *driving simulator* pada *software city car driving*. Hal-hal yang dianggap pelanggaran mengacu pada pedoman lalu lintas mengemudi normal (Brodeur et al., 2021). Berikut merupakan rekapitulasi dari jumlah kesalahan pengemudi pada perlakuan pertama.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Pertama

No	Jenis Kesalahan Pengemudi	Data Responden ke - n																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Kecelakaan	0	2	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
2	Mengemudi pada jalur yang berlawanan arah	0	1	2	0	1	1	3	1	2	1	0	2	1	2	3	2	0	2	1	0
3	Tidak menghidupkan sein kanan saat masuk jalur	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
4	Tidak menghidupkan sein kiri saat masuk jalur	1	0	0	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Tidak menyalakan sein kanan saat pindah jalur	2	1	2	0	1	5	5	3	6	2	1	2	2	5	5	10	11	8	14	10
6	Tidak menyalakan sein kiri saat pindah jalur	0	0	1	1	1	1	2	2	4	6	5	4	6	5	5	4	2	3	2	6
7	Tidak memakai sabuk pengaman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Mengemudi melebihi batas kecepatan	10	15	8	5	11	13	10	10	6	6	10	7	8	5	8	10	10	5	5	7
9	Menerobos lampu merah	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Tidak menghidupkan sein kanan saat keluar bundaran	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11	Melewati garis marka	2	1	1	0	2	3	3	1	2	2	3	2	2	2	4	2	1	3	0	3
12	Menghalangi kendaraan dari arah berlawanan	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
13	Menepi pada jalan terlarang atau berhenti disembarang tempat	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	1	0	1	0
	Total	15	24	16	11	17	25	26	20	23	17	21	18	19	25	27	28	25	21	24	28

Berikut merupakan rekapitulasi dari jumlah kesalahn pengemudi pada perlakuan kedua.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Kedua

No	Jenis Kesalahan Pengemudi	Data Responden ke - n																			
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
1	Kecelakaan	0	4	6	3	4	2	1	0	5	2	2	1	1	3	5	6	4	3	2	2
2	Mengemudi pada jalur yang berlawanan arah	4	4	3	3	2	2	0	2	3	2	2	5	1	1	2	0	0	0	0	0
3	Tidak menghidupkan sein kanan saat masuk jalur	3	2	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	2	1	2
4	Tidak menghidupkan sein kiri saat masuk jalur	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
5	Tidak menyalakan sein kanan saat pindah jalur	0	2	3	4	6	0	5	3	3	2	2	2	1	1	3	0	0	4	2	3
6	Tidak menyalakan sein kiri saat pindah jalur	2	0	0	3	3	0	3	0	0	3	2	2	1	1	1	0	0	0	3	3
7	Tidak memakai sabuk pengaman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	Mengemudi melebihi batas kecepatan	8	6	3	7	7	10	15	13	14	10	15	16	18	10	10	13	13	11	12	12
9	Menerobos lampu merah	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0
10	Tidak menghidupkan sein kanan saat keluar bundaran	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11	Melewati garis marka	2	6	3	5	5	4	0	5	7	5	5	6	6	4	3	3	2	1	1	6
12	Menghalangi kendaraan dari arah berlawanan	3	1	1	1	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0
13	Menepi pada jalan terlarang atau berhenti disembarang tempat	2	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0
	Total	26	27	21	30	33	23	25	23	33	25	31	38	32	23	26	29	23	23	23	28

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dapat diketahui jika terdapat 13 jenis pelanggaran yang telah dikelompokkan untuk masing-masing responden. Data tersebut diperoleh dari pengamatan terhadap responden yang sedang mengemudi dengan diberikannya 2 perlakuan. Berikut merupakan tabel hasil rekapitulasi jumlah kesalahan yang dikelompokkan berdasarkan jenis perlakuan.

Tabel 4. 5 Jumlah Kesalahan Berdasarkan Jenis Perlakuan

Responden ke-	Perlakuan	
	Tanpa Menjawab Pesan Singkat	Dengan Menjawab Pesan Singkat
1	15	26
2	24	27
3	16	21
4	11	30
5	17	33
6	25	23
7	26	25
8	20	23
9	23	33
10	17	25
11	21	31
12	18	38
13	19	32
14	25	23
15	27	26
16	28	2
17	25	23
18	21	23
19	24	23
20	28	28
Total	430	515

Berdasarkan Tabel 4.5, dapat diketahui jika jumlah kesalahan responden pada perlakuan pertama yaitu tanpa menjawab pesan singkat adalah sebanyak 430 kesalahan. Sedangkan, pada perlakuan kedua yaitu dengan menjawab pesan singkat jumlah kesalahan yang dilakukan sebanyak 515 kesalahan. Sehingga dapat diketahui jika jumlah kesalahan mengemudi dengan menjawab pesan singkat lebih tinggi dibandingkan dengan yang mengemudi tanpa menjawab pesan singkat.

4.4 Hasil Uji Beda Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Stres Pengemudi

4.4.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan terhadap data hasil aktivitas gelombang *beta* pada seluruh perlakuan. Apabila distribusi data normal uji beda dilakukan menggunakan uji *paired sample t-test* atau jika distribusi data tidak normal uji beda dilakukan menggunakan uji *Wilcoxon* (Retnoningrum et al., 2020). Untuk mengetahui data gelombang *beta* berdistribusi normal atau tidak, menggunakan jenis *Shapiro Wilk.* Hal tersebut dikarenakan data yang digunakan berjumlah sebanyak 20 replikasi yaitu data kurang dari 30 sehingga tidak menggunakan jenis *Kolmogorov Smirnov*. Hipotesis yang digunakan pada uji normalitas adalah sebagai berikut:

a. H_0: Data berdistribusi normal
   Jika nilai signifikansi > 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga data berdistribusi normal.
b. H_1: Data berdistribusi normal
   Jika nilai signifikansi < 0,05, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga data tidak berdistribusi normal.

Berikut hasil uji normalitas menggunakan *software* SPSS:

Tabel 4. 6 Hasil Uji Normalitas Aktivitas Gelombang *Beta* Pengemudi

Uji Normalitas	Signifikansi	Nilai Kritis	Keterangan
Tanpa Menjawab Pesan Singkat	0,854	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan Menjawab Pesan Singkat	0,731	0,05	Data berdistribusi normal

Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan jika seluruh data aktivitas gelombang *beta* pada kedua perlakuan berdistribusi normal. Hal tersebut dibuktikan bahwa hasil yang menunjukkan jika setiap perlakuan memperoleh sig. > 0,05. Dapat diketahui jika data tanpa menjawab pesan singkat memperoleh signifikansi sebesar 0,854 lalu pada data dengan menjawab pesan singkat diperoleh signifikansi 0,731. Kedua perlakuan tersebut mendapatkan hasil H_0 diterima sehingga memiliki arti data berdistribusi normal. Apabila data berdistribusi normal maka sudah memenuhi persyaratan untuk dapat melakukan langkah uji statistik selanjutnya.

4.4.2 Uji *Paired Sample T-test*

Uji *paired sample t-test* dilakukan terhadap dua sampel berpasangan atau sampel dengan subjek yang sama namun mengalami dua perlakuan yang berbeda seperti pada penelitian ini yaitu terdapat dua perlakuan meliputi mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat. Hipotesis yang digunakan pada uji *paired sample t-test* adalah sebagai berikut:

a. H_0: Terdapat perbedaan pengaruh

   Jika nilai signifikansi < 0,05, maka H_0 diterima yang berarti terdapat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat.

b. H_1: Tidak terdapat perbedaan pengaruh

   Jika nilai signifikansi > 0,05, maka H_1 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat.

Tabel 4. 7 Hasil Uji *Paired Sample T-test* Gelombang *Beta* Pengemudi

Variabel	Nilai Signifikansi	Nilai Kritis	Mean	Keterangan
Gelombang Beta	0,151	0,05	0,9463	Tidak terdapat perbedaan pengaruh

Dari Tabel 4.7 Dapat diketahui jika nilai signifikansi 0,151 > 0,05 sehingga dapat dinyatakan H_1 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap gelombang beta pengemudi. Nilai *mean* yang didapatkan pada uji *paired sample t-test* gelombang *beta* sebesar 0,9463 yang berarti terdapat peningkatan gelombang *beta* dari perlakuan pertama ke perlakuan kedua.

4.5 Hasil Uji Beda Pengaruh Perlakuan Terhadap Performansi Pengemudi

4.5.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas menggunakan jenis *Shapiro Wilk* yang dikarenakan data yang digunakan berjumlah

sebanyak 20 replikasi yaitu data kurang dari 30 sehingga tidak menggunakan jenis *Kolmogorov Smirnov*. Hipotesis yang digunakan pada uji normalitas sebagai berikut:

a. H_0: Data berdistribusi normal
   Jika nilai signifikansi > 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga data berdistribusi normal.
b. H_1: Data berdistribusi normal
   Jika nilai signifikansi < 0,05, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga data tidak berdistribusi normal.

Berikut hasil uji normalitas menggunakan *software* SPSS:

Tabel 4. 8 Hasil Uji Normalitas Jumlah Kesalahan Pengemudi

Uji Normalitas	Signifikansi	Nilai Kritis	Keterangan
Tanpa Menjawab Pesan Singkat	0,389	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan Menjawab Pesan Singkat	0,080	0,05	Data berdistribusi normal

Berdasarkan tabel 4.8 menunjukkan jika hasil nilai signifikansi uji normalitas perlakuan tanpa menjawab pesan singkat yaitu sebesar 0,389 > 0,05 yang berarti H_0 diterima atau data berdistribusi normal. Sedangkan, perlakuan dengan menjawab pesan singkat memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,080 > 0,05 yang berarti H_0 diterima atau data berdistribusi normal.

4.5.2 Uji *Paired Sample T-test*

Uji *paired sample t-test* dilakukan terhadap jumlah kesalahan pengemudi pada kedua perlakuan meliputi mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat. Hipotesis yang digunakan pada uji *paired sample t-test* adalah sebagai berikut:

a. H_0: Terdapat perbedaan pengaruh
   Jika nilai signifikansi < 0,05, maka H_0 diterima yang berarti terdapat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat.
b. H_1: Tidak terdapat perbedaan pengaruh
   Jika nilai signifikansi > 0,05, maka H_1 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan

pengaruh perlakuan terhadap mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat.

Berikut merupakan hasil uji *paired sample t-test* menggunakan *software* SPSS:

Tabel 4. 9 Hasil Uji *Paired Sample T-test* Jumlah Kesalahan Pengemudi

Variabel	Signifikansi	Nilai Kritis	Mean	Keterangan
Jumlah Kesalahan	0,003	0,05	5,600	Terdapat perbedaan pengaruh

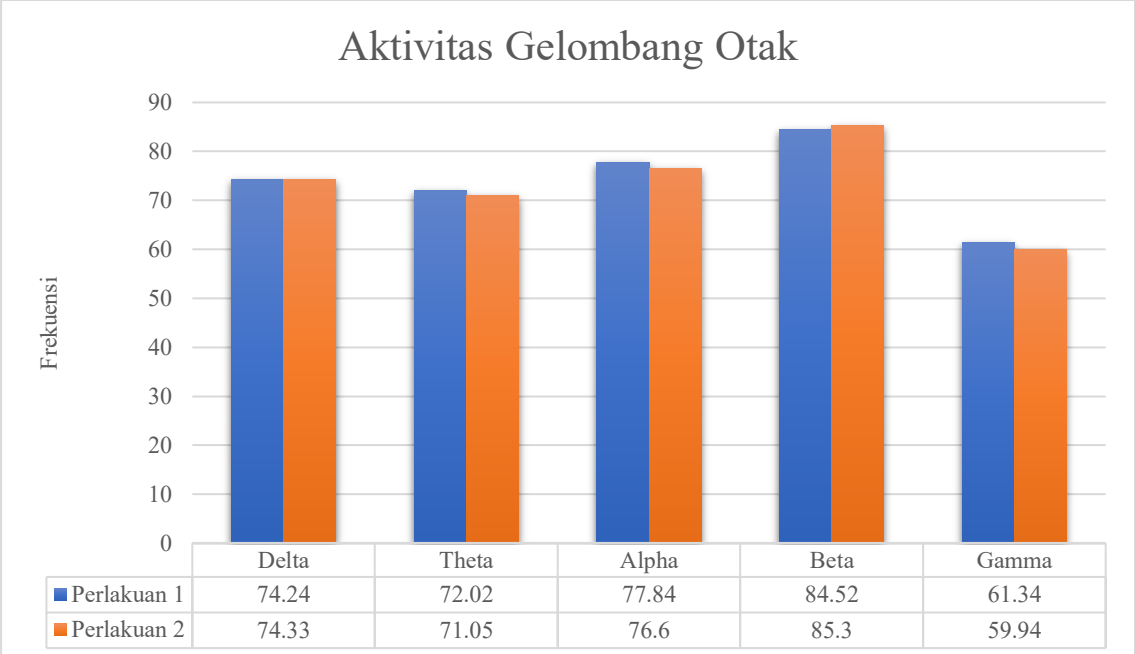
Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui jika nilai signifikansi sebesar 0,003 < 0,05 sehingga dapat dinyatakan H_0 diterima yang berarti terdapat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap jumlah kesalahan pengemudi. Nilai *mean* yang didapatkan pada uji *paired sample t-test* jumlah kesalahan sebesar 5,600 yang berarti terdapat peningkatan jumlah kesalahan dari perlakuan pertama ke perlakuan kedua.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Hasil Rekapitulasi Gelombang Otak

Aktivitas gelombang otak merupakan salah satu acuan yang digunakan untuk mengukur performansi pengemudi. Pada penelitian ini gelombang otak yang diukur meliputi gelombang *delta,* gelombang *theta*, gelombang *alpha*, gelombang *beta,* dan gelombang *gamma*. Pengukuran aktivitas gelombang terhadap 20 responden yang sedang mengemudi terhadap dua perlakuan meliputi mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan mengemudi dengan menjawab pesan singkat. Terkait hasil rata-rata tingkat masing-masing aktivitas gelombang otak dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut:



Gambar 5. 1 Grafik Aktivitas Gelombang Otak Responden Pada Setiap Perlakuan

Gambar 5.1 menunjukkan bahwa rata-rata gelombang *delta* pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi yaitu sebesar 74,24 µV. Pada perlakuan mengemudi dengan distraksi, rata-rata

gelombang *delta* yaitu sebesar 74,33 μV. Gelombang *delta* mempresentasikan kondisi tidur tinggi. Pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi apapun memiliki rata-rata tingkat aktivitas gelombang *delta* yang lebih rendah dibandingkan perlakuan mengemudi dengan distraksi. Sehingga dapat diketahui dengan mendapatkan distraksi berupa menjawab pesan singkat dapat menaikkan aktivitas gelombang *delta* yang dapat meningkatkan kemungkinan kondisi tidur atau menurunnya konsentrasi mengemudi.

Berdasarkan Gambar 5.1 dapat diketahui juga jika rata-rata tingkat aktivitas gelombang *theta* pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi lebih tinggi dibandingkan dengan gelombang *theta* pada perlakuan mengemudi dengan distraksi. Rata-rata tingkat aktivitas gelombang *theta* pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi yaitu sebesar 72,02 μV, sedangkan pada perlakuan mengemudi dengan distraksi yaitu sebesar 71,05 μV. Gelombang *theta* merepresentasikan kondisi setengah sadar atau bermimpi dan kondisi ketegangan emosional. Sehingga semakin meningkat gelombang *thteta* maka kemungkinan tingkat kesadaran menurun akan lebih tinggi. Berdasarkan tersebut maka tanpa mendapatkan distraksi ketika mengemudi dapat meningkatkan gelombang *theta* sehingga dapat meningkatkan kesadaran saat mengemudi namun kondisi emosional meningkat.

Berdasarkan Gambar 5.1 menunjukkan bahwa rata-rata gelombang *alpha* pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi sebesar 77,84 μV, sedangkan pada perlakuan mengemudi dengan distraksi sebesar 76,6 μV. Diketahui bahwa dengan perlakuan mengemudi tanpa distraksi memiliki nilai gelombang *alpha* lebih besar dibandingkan perlakuan mengemudi dengan distraksi. Gelombang *alpha* mempresentasikan kondisi rileks atau kesadaran yang santai tanpa konsentrasi. Semakin tinggi gelombang *alpha* maka kemungkinan terjadinya kondisi rileks atau kesadaran yang santai tanpa konsentrasi akan lebih tinggi. Sehingga berdasarkan hal tersebut mengemudi dengan mendapatkan distraksi dapat menurunkan gelombang *alpha* yang dapat menurunkan kondisi rileks ketika berkendara.

Berdasarkan Gambar 5.1 menunjukkan bahwa gelombang *beta* pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi lebih kecil dibandingkan perlakuan mengemudi dengan distraksi. Rata-rata tingkat aktivitas gelombang *beta* pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi yaitu sebesar 84,52 μV, sedangkan pada perlakuan mengemudi dengan distraksi adalah sebesar 85,3 μV. Gelombang *beta* merepresentasikan kondisi konsentrasi yang sangat terfokus. Semakin tinggi nilai gelombang *beta* maka semakin tinggi konsentrasi dan fokus semakin meningkat.

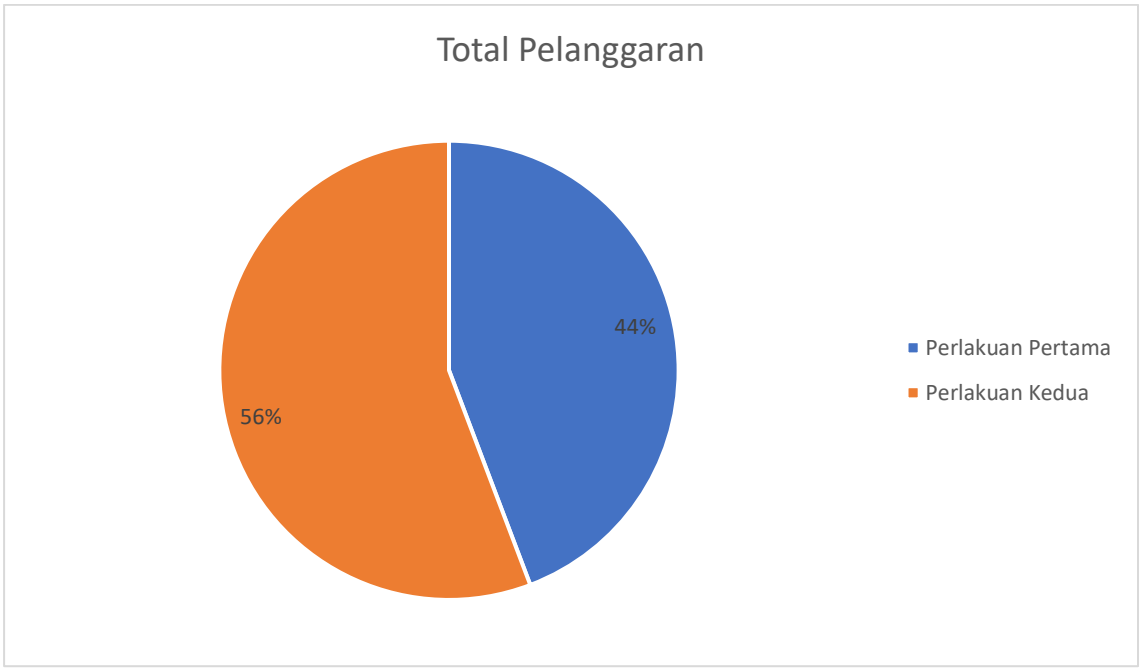
Sehingga berdasarkan hal tersebut perlakuan mengemudi tanpa distraksi dapat menurunkan gelombang *beta* yang dapat menurunkan konsentrasi dan fokus saat mengemudi.

Masih mengacu pada Gambar 5.1 menunjukkan bahwa rata-rata gelombang *gamma* pada perlakuan mengemudi tanpa distraksi sebesar 61,34 μV sehingga lebih besar apabila dibandingkan perlakuan mengemudi dengan distrakasi yaitu sebesar 59,94 μV. Gelombang *gamma* merepresentasikan perhatian, persepsi dan kognisi semakin meningkat. Sehingga berdasarkan hal tersebut maka perlakuan mengemudi dengan distraksi dapat menurunkan gelombang *gamma* yang dapat menurunkan perhatian, persepsi dan kognisi ketika mengemudi.

Berdasarkan grafik yang terdapat pada Gambar 5.1 juga menunjukkan jika tiga gelombang otak yaitu *theta, alpha* dan *gamma* pada perlakuan pertama memiliki nilai rata-rata yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kedua. Sebaliknya, pada dua gelombang otak lainnya yaitu *delta* dan *beta* memiliki nilai rata-rata yang lebih besar di perlakuan kedua. Tetapi selisih yang terjadi tidaklah besar sehingga membuktikan tidak terjadi perbedaan antara perlakuan pertama dengan perlakuan kedua.

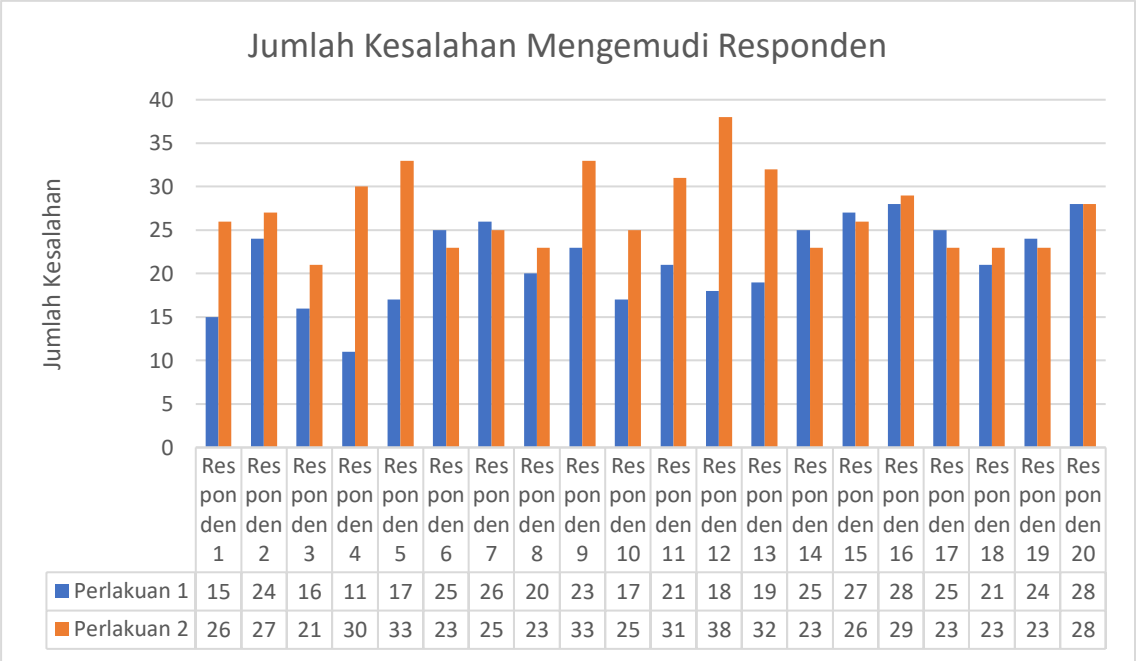
5.2 Analisis Hasil Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi

Dalam mengukur performa dari pengemudi adalah dengan cara menghitung jumlah kesalahan pengemudi. Jumlah kesalahan pengemudi ini didapatkan dari total pelanggaran lalu lintas yang dilakukan oleh responden ketika mengemudi menggunakan *Software City Car Driving* dengan menggunakan *driving simulator.* Rata-rata jumlah kesalahan responden ketika mengemudi berdasarkan 2 perlakuan yang diberikan dapat dilihat pada Gambar 5.2 Berikut:



Gambar 5. 2 Diagram Perbandingan Total Pelanggaran Pengemudi

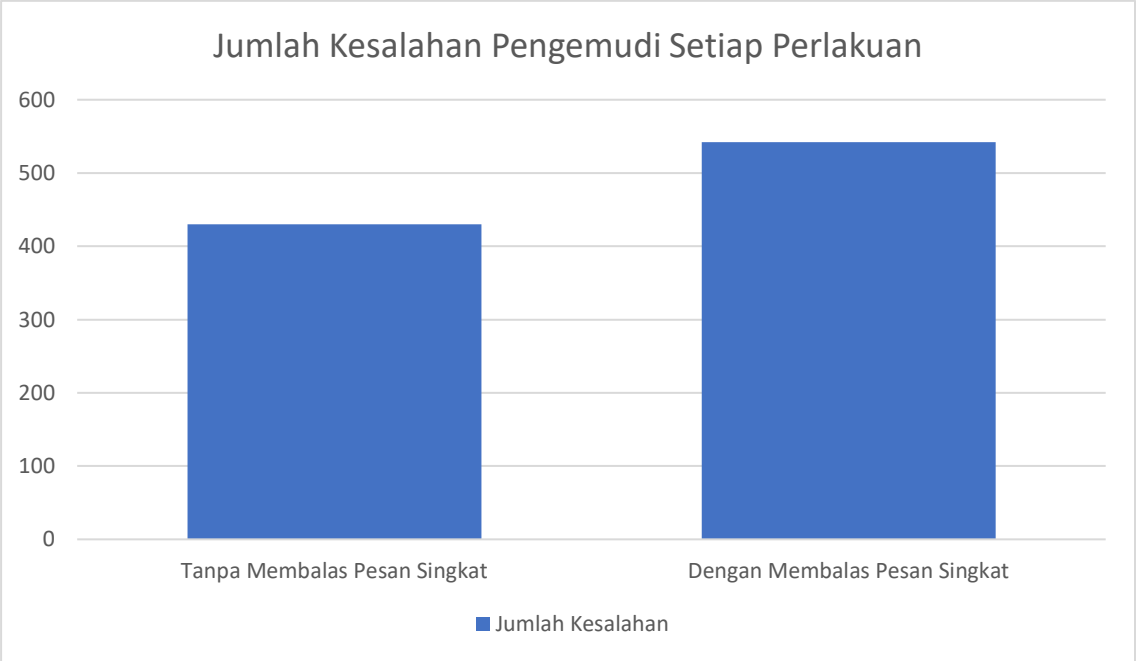
Berdasarkan diagram pada Gambar 5.2 dapat diketahui jika persentase jumlah kesalahan mengemudi pada perlakuan pertama yaitu tanpa menjawab pesan singkat sebesar 44%. Sedangkan persentase jumlah kesalahan mengemudi yang dilakukan oleh responden pada perlakuan kedua yaitu dengan menjawab pesan singkat sebesar 56%. Terkait jumlah kesalahan mengemudi yang dilakukan oleh masing-masing responden dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut:



	Responden 1	Responden 2	Responden 3	Responden 4	Responden 5	Responden 6	Responden 7	Responden 8	Responden 9	Responden 10	Responden 11	Responden 12	Responden 13	Responden 14	Responden 15	Responden 16	Responden 17	Responden 18	Responden 19	Responden 20
Perlakuan 1	15	24	16	11	17	25	26	20	23	17	21	18	19	25	27	28	25	21	24	28
Perlakuan 2	26	27	21	30	33	23	25	23	33	25	31	38	32	23	26	29	23	23	23	28

Gambar 5. 3 Grafik Jumlah Kesalahan Mengemudi Masing-masing Responden

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.3 dapat diketahui jika kesalahan terbanyak dilakukan oleh responden 12 pada perlakuan kedua yaitu sebanyak 38 kesalahan. Sebaliknya kesalahan terkecil dilakukan oleh responden 4 pada perlakuan pertama yaitu sebanyak 11 kesalahan. Selanjutnya dapat diketahui jika sebanyak 7 responden mengalami penurunan jumlah kesalahan. Sementara 13 responden mengalami kesalahan lebih besar di perlakuan kedua dibandingkan dengan perlakuan pertama yang mengartikan 65% dari 20 responden performa mengemudinya menjadi lebih buruk ketika diberikannya perlakuan kedua. Terkait jumlah kesalahan pengemudi pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut:



Gambar 5. 4 Grafik Jumlah Kesalahan Pengemudi Masing-masing Perlakuan

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.4 dapat diketahui jika jumlah kesalahan pengemudi pada perlakuan dengan menjawab pesan singkat yaitu sebesar 542 kesalahan yang berarti lebih besar jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa menjawab pesan singkat yaitu sebesar 430 kesalahan.

5.3 Analisis Uji Beda Aktivitas Gelombang Otak

Uji beda dilakukan menggunakan *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan pengaruh perlakuan mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat terhadap responden dengan tingkat stres mengemudi. Sebelum melakukan uji beda dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Dari hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi pada perlakuan tanpa menjawab pesan singkat sebesar 0,200 dan pada perlakuan dengan menjawab pesan singkat sebesar 0,200. Kedua perlakuan tersebut mendapatkan nilai signifikansi > 0,05. Sehingga data tersebut berdistribusi normal.

Uji paired sample t-test dilakukan untuk mengetahui perbedaan kedua perlakuan yaitu mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dan dengan menjawab pesan singkat terhadap tingkat stres pengemudi. Berdasarkan hasil uji *paired sample t-test* pada aktivitas gelombang *beta* didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,151 > 0,05. Selain itu, uji *paired sample t-test* dapat

mengetahui seberapa besar perbedaan antara perlakuan pertama dan perlakuan kedua, antara perlakuan pertama dan perlakuan kedua terdapat peningkatan 0,9463 pada gelombang *beta* pengemudi. Sehingga dari hasil tersebut maka dapat dinyatakan jika antara mengemudi tanpa menjawab pesan singkat dengan mengemudi dengan menjawab pesan singkat tidak terdapat perbedaan pengaruh yang besar terhadap tingkat stres pengemudi.

5.4 Analisis Uji Beda Performansi Pengemudi

Uji beda dilakukan menggunakan *paired sample t-test* untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pengaruh perlakuan mengemudi terhadap performansi pengemudi yang didasarkan pada jumlah kesalahan ketika mengemudi. Sebelum melakukan uji beda dilakukan uji normalitas terlebih dahulu untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Dari hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi pada perlakuan mengemudi tanpa menjawab pesan singkat sebesar 0,200 dan pada perlakuan mengemudi dengan menjawab pesan singkat sebesar 0,144. Kedua perlakuan tersebut mendapatkan nilai signifikansi > 0,05. Sehingga, dapat dinyatakan data berdistribusi normal.

Uji *paired sample t-test* dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh pada dua perlakuan terhadap jumlah kesalahan pengemudi. Berdasarkan hasil uji *paired sample t-test* terhadap jumlah kesalahan mengemudi diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,003 yang berarti lebih kecil dari 0,05. Selain itu, uji *paired sample t-test* dapat mengetahui seberapa besar perbedaan antara perlakuan pertama dan perlakuan kedua, antara perlakuan pertama dan perlakuan kedua terdapat peningkatan 5,600 pada jumlah kesalahan pengemudi. Berdasarkan nilai signifikansi dan nilai *mean* tersebut maka dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan pengaruh perlakuan mengemudi secara signifikan terhadap kesalahan pengemudi.

5.5 Analisis Tingkat Stres Pengemudi

Berdasarkan data rata-rata gelombang otak pengemudi terhadap dua perlakuan seperti pada Gambar 5.1, terlihat bahwa gelombang *beta* pada perlakuan pertama sebesar 84,52 μV dan mengalami sedikit peningkatan menjadi 85,3 μV pada perlakuan kedua. Gelombang *beta* yang meningkat menunjukkan terdapatnya peningkatan kewaspadaan dan aktivitas mental yang lebih tinggi, sehingga diketahui dengan diberikannya perlakuan menjawab pesan singkat menggunakan *smartphone* menciptakan terjadinya peningkatan tingkat stres. Hal tersebut,

sejalan dengan penelitian yang menunjukkan jika peningkatan gelombang *beta* berkorelasi dengan kondisi stres dan ketegangan mental pada pengemudi, dimana stres yang meningkat dapat mempengaruhi kewaspadaan pengemudi (Ramaputra, 2018). Sementara itu, gelombang *gamma* pada perlakuan pertama sebesar 61,34 μV mengalami penurunan menjadi 59,94 μV pada perlakuan kedua. Gelombang *gamma* yang mengalami penurunan dapat mengindikasikan berkurangnya kemampuan pemrosesan informasi kompleks dan penurunan stimulasi mental, yang berpotensi menandakan kelelahan mental atau penurunan fokus. Penurunan aktivitas gelombang *gamma* tersebut berkaitan dengan peningkatan kelelahan yang merupakan faktor penting dalam keselamatan berkendara (J. S. D. Putra, 2019).

Perubahan kecil yang konsisten pada gelombang *beta* dan *gamma* mengindikasikan jika pengemudi dengan diberikannya perlakuan berupa menjawab pesan singkat dengan *smartphone* mengalami tingkat stres yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pertama yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kewaspadaan akan tetapi juga terdapat potensi kelelahan mental.

5.6 Analisis Keseluruhan

Berdasarkan hasil keseluruhan data yang telah diolah dapat diketahui bahwa pada aktivitas gelombang otak, data menunjukkan jika perlakuan mengemudi dengan menjawab pesan singkat menggunakan *smartphone* menyebabkan peningkatan gelombang *beta* dan *delta*, serta penurunan gelombang *alpha, theta,* dan *gamma.* Peningkatan gelombang *beta* mengindikasikan peningkatan kewaspadaan dan konsentrasi, akan tetapi juga berpotensi menandakan terjaidnya peningkatan stres dan ketegangan mental pada pengemudi, hal tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Liu et al., (2023) yang mengatakan jika tugas kognitif sekunder seperti menjawab pertanyaan ketika mengemudi dapat meningkatkan beban kerja mental dan menurunkan kemampuan menjaga jalur serta meningkatkan risiko kecelakaan akibat distraksi. Selain itu, penurunan gelombang *gamma* pada perlakuan dengan distraksi mengindikasikan penurunan kemampuan pemrosesan informasi kompleks dan potensi kelelahan mental yang juga berkontribusi pada penurunan performa mengemudi dan keselamatan di jalan raya (Pertiwi, 2021).

Berdasarkan peningkatan jumlah kesalahan pengemudi secara signifikan pada perlakuan dengan menjawab pesan singkat memperkuat temuan bahwa distraksi verbal dan

kognitif menurunkan kemampuan pengemudi dalam mengendalikan kendaraan secara optimal. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Apriliansyah (2022) yang menunjukkan distraksi verbal seperti berbicara dengan penumpang dan melakukan panggilan telepon dapat meningkatkan beban kerja mental dan menurunkan performa mengemudi. Uji *paired sample t-test* juga mengonfirmasi bahwa perbedaan jumlah kesalahan antara kedua perlakuan signifikan secara statistik, meskipun perbedaan tingkat stres berdasarkan gelombang *beta* tidak signifikan, mengindikasikan bahwa meskipun stres meningkat, dampaknya terhadap performa pengemudi lebih nyata.

Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat diketahui jika menjawab pesan singkat ketika mengemudi dapat meningkatkan stres ringan dan kelelahan mental yang dapat menyebabkan penurunan performa mengemudi yang berakibat pada timbulnya kecelakaan lalu lintas. Hal tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Afif Mauludi et al., 2021) yang mengatakan bahwa bentuk perilaku berisiko dalam mengemudi yaitu timbulnya kejadian kecelakaan lalu lintas salah satunya berupa penggunaan *smartphone* ketika mengemudi. Selain itu, menjawab pesan singkat ketika mengemudi merupakan kegiatan *multitasking* dalam bentuk mengemudi dan menggunakan *smartphone* secara bersamaan yang meningkatkan beban kognitif pengemudi dan berujung pada penurunan performansi pengemudi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Brodeur et al., (2021) yang menunjukkan bahwa beban kerja mental pengemudi lebih tinggi pada kondisi menjawab pesan singkat dibandingkan dengan gangguan berupa pesan suara. Hal serupa disebutkan dalam penelitian Asyari et al., (2022) jika penggunaan *smartphone* ketika bekendara secara signifikan meningkatkan risiko kecelakaan.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti dapat memberikan kesimpulan sebagai jawaban dari tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu sebagai berikut:

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan rata-rata gelombang *beta* pada kondisi mengemudi sembari menjawab pesan singkat, yang mengindikasikan adanya peningkatan tingkat stres dan beban mental pada pengemudi. Namun, berdasarkan uji *paired sample t-test*, perbedaan tingkat stres yang diukur melalui gelombang *beta* antara perlakuan mengemudi dengan dan tanpa *smartphone* tidak signifikan secara statistik (nilai signifikansi > 0,05). Hal tersebut mengartikan penggunaan *smartphone* saat mengemudi memang meningkatkan stres, namun peningkatannya tidak cukup besar untuk dinyatakan signifikan secara statistik pada sampel penelitian ini.
2. Penelitian ini menemukan adanya perbedaan signifikan pada jumlah kesalahan mengemudi antara kondisi tanpa dan dengan distraksi *smartphone*. Jumlah kesalahan meningkat secara signifikan ketika pengemudi harus menjawab pesan singkat saat berkendara (nilai signifikansi < 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* selama berkendara secara nyata menurunkan performansi mengemudi dan meningkatkan risiko terjadinya pelanggaran atau kecelakaan.
3. Tingkat stres pengemudi yang diukur melalui aktivitas gelombang otak *beta* dan *gamma* diketahui cenderung lebih tinggi pada kondisi mengemudi sambil menjawab pesan singkat dibandingkan dengan kondisi tanpa distraksi. Selain itu, penurunan gelombang *gamma* pada perlakuan dengan distraksi juga menunjukkan adanya penurunan kemampuan pemrosesan informasi dan potensi kelelahan mental.

6.2 Saran

Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya yang terkait dengan pengaruh berbagai variabel terhadap performansi pengemudi. Namun terdapat kekurangan dalam

penelitian ini yang disebabkan oleh terjadinya e*rror* pada alat yang digunakan terhadap penelitian ini sehingga pengumpulan data yang membutuhkan waktu lebih dan terdapat kemungkinan hasil yang diperoleh kurang maksimal. Dari kekurangan yang terdapat pada penelitian ini, disarankan bagi penelitian selanjutnya untuk mempersiapkan dan mengatur peralatan yang diperlukan dalam penelitian untuk mengurangi kemungkinan terjadinya *error* pada alat yang digunakan selain itu karena responden yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 20 orang untuk penelitian selanjutnya dapat memperbanyak jumlah responden.

DAFTAR PUSTAKA

Abadi, D. F. (2022). *A*nalisis Pengaruh Mendengarkan Podcast Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan Driving Simulator Dan Muse Brain Sensing Headban*d*. *9*, 356–363.

Affanni, A., Najafi, T. A., & Guerci, S. (2022). *Development of an EEG Headband for Stress Measurement on Driving Simulators*. 1–22. https://www.drivewise.com/driving-simulators

Afif Mauludi, A., Djunaidi, Z., & Saiful Arif, L. (2021). Perilaku Berisiko Sebagai Faktor Penyebab Kecelakaan Pada Pengemudi Sepeda Motor Komersial: Systematic Review. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 8. https://doi.org/10.46447/ktj.v8i1.307

Apriliansyah, R. (2022). *Analisis Perubahan Tingkat Beban Kerja Pengemudi Berdasarkan Karakteristik Penumpang Dengan Sensor Galvanic Skin Response dan Driving Simulator*. *9*, 356–363.

Asyari, H., Maulana, F., Muhammad, K., & Imran, R. A. (2022). Pengaruh Driving Distraction Penggunaan Smartphone Terhadap Pengemudi Sebagai Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Dengan M*ultilevel Factorial Investigating Effect Driving Distraction of Smartphone Use on the Driver As Causes of Accidents With Multilevel Facto. Dinamika Rekayasa*, *18*(1), 99–108. http://dinarek.unsoed.ac.id

Brodeur, M., Ruer, P., Léger, P. M., & Sénécal, S. (2021). Sm*artwatches are more distracting than mobile phones while driving: Results from an experimental study*. *Accident Analysis and Prevention*, 149(August 2020). https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105846

Cynthia. (2021). MIKRO ERGONOMI VS MAKRO ERGONOMI. In Ergonomi merupakan ilmu terapan yang menjelaskan interaksi antara manusia dengan tempat kerjanya. Menurut Sutalaksana *(1979)*.

Demir, A., Bekiryazıcı, Ş., Coşkun, O., Eken, R., & Yılmaz, G. (2022). *Detection and analysis of driver fatigue stages with EEG signals. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, *28*(5), 643–651. https://doi.org/10.5505/pajes.2022.89327

Fajri, N. (2020). Frekuensi Gelombang Otak Dalam Menangkap Ilmu Imajinasi Dan Realita (Berdasarkan Ontologi). Jurnal Filsafat Indonesia, *3*(2), 40–47. https://doi.org/10.23887/jfi.v3i2.22299

Fancello, G., Serra, P., & Adamu, M. (2025). *Analysis of visual distraction related to smartphone use while driving. Transportation Research Procedia*, *82*, 2645–2664. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.12.210

Halim, W., & Haryono, A. E. (2022). *Analysis of Drowsiness with Karolinska Sleepiness Scale and Heart Rate while Driving with Three Stage Road Difficulty Using Driving Simulator Analisa Kantuk dengan Karolinska Sleepiness Scale dan Denyut Jantung saat Mengemudi dengan Tiga Tahap Kesulitan J*. *15*(1), 77–84.

Halim, W., Sarvia, E., Heryanto, R. M., Caroline, C., & Dacosta, G. B. (2021). Pengaruh Iringan

Musik dan Percakapan Langsung Pada Karakteristik Berkendara Menggunakan Simulator Driving. *9*(3), 223–232.

Hartanto, B. D. (2019). Pengaruh Mengemudi Malam dan Kondisi Jalan Monoton Terhadap Tingkat Kelelahan Pengemudi dan Implikasinya Pada Kecelakaan. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, *20*(1), 17–32.

Hartoyo, L. A. K., Denny, H. M., & Lestantyo, D. (2022). Studi Mengenai Persepsi Safety *Driving* Pada Pengemudi Ojek Online. *J*urnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal, *12*(4), 939–946. http://journal.stikeskendal.ac.id/index.php/PSKM%0ASTUDI

Hutabarat, Y. (2017). DASAR DASAR PENGETAHUAN ERGONOMI. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

Junaedi, D. I. (2021). Penerapan Faktor Ergonomi pada Laboratorium Komputer STMIK Sumedang Dalam Menunjang Kenyamanan Pengguna. Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika Dan Manajemen STMIK, 15(1), 1–10.

Khasanah, U., Bahalwan, K. I., & Andari, N. (2019). Identifikasi Kompetensi dan Performansi dalam Karangan Berbahasa Jepang. *Paramasastra*, *6*(1), 34–50. https://journal.unesa.ac.id/index.php/paramasastra/article/download/4670/2565

Lady, L., & Umyati, A. (2021). Human Error dalam Berkendara Berdasarkan Kebiasaan Pelanggaran oleh Pengemudi. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, *8*(1), 21. https://doi.org/10.54324/j.mtl.v8i1.510

Liu, R., Qi, S., Hao, S., Lian, G., & Luo, Y. (2023). Using electroencephalography to analyse drivers' different cognitive workload characteristics based on on-road experiment. *Frontiers in Psychology*, *14*(April), 1–15. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1107176

Mahendra, Y. H., Tjandrasa, H., & Fatichah, C. (2017). Klasifikasi Data Eeg Untuk Mendeteksi Keadaan Tidur Dan Bangun Menggunakan Autoregressive Model Dan Support Vector Machine. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, *15*(1), 35. https://doi.org/10.12962/j24068535.v15i1.a633

Masniar, M., Histiarini, A. R., & Pangestu, D. A. B. (2022). ANALISA BEBAN KERJA MENTAL MENGGUNAKAN METODE NASA-TLX PADA BAGIAN OPERATOR. *Metode : Jurnal Teknik Industri*, 8. https://doi.org/10.33506/mt.v8i1.1695

Murti, B. B. (2021). Rancang Bangun Sistem Pemonitor Gelombang Otak Nirkabel Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, *2*(2), 7–13. https://doi.org/10.22146/juliet.v2i2.70751

Ossai, B. N., Sharif, M. S., Fu, C., Moncy, J. C., Murali, A., & Alblehai, F. (2024). C*lassifying the Cognitive Performance of Drivers While Talking on Hands-Free Mobile Phone Based on Innovative Sensors and Intelligent Approach. Journal of Sensor and Actuator Networks*, *13*(5), 48. https://doi.org/10.3390/jsan13050048

Pamungkas, M. R., & Indratno, I. (2021). Persepsi Masyarakat Berbasis Neurosains di Desa

Wisata Rawabogo. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah Dan Kota*, *1*(1), 38–46. https://doi.org/10.29313/jrpwk.v1i1.148

Peng, Y., Wong, C. M., Wang, Z., Rosa, A. C., Wang, H. T., & Wan, F. (2021). *Fatigue Detection in SSVEP-BCIs Based on Wavelet Entropy of EEG. IEEE Access*, *9*, 114905–114913. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3100478

Pertiwi, O. R. (2021). *Analisis Pengaruh Penumpang Terhadap Performansi Mengemudi Menggunakan Driving Simulator*. 44–63.

Pradeep Kumar, S., Murugan, S., Selvaraj, J., & Sahayadhas, A. (2021). *Detecting driver mental fatigue based on Electroencephalogram (EEG) signals during simulated driving. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1070*(1), 012096. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1070/1/012096

Prihartono, M. D. (2023). Pengaruh Optimistik Dan Pesimistik Bias Terhadap Tingkat Stress Dalam Penyelesaian " Tugas " Menggunakan Muse Headband Dan Driving Simulator.

Putra, A. A., Wahyuni, I. W., & Ajriyah, A. (2021). Pengaruh Penggunaan Handphone Pada Siswa Sekolah Dasar. *Al Hikmah: Jurnal Agama Dan Ilmu Pengetahuan*, *18*. https://doi.org/10.31943/wej.v4i2.101

Putra, J. S. D. (2019). *Studi Keandalan Dan Penentuan Parameter Terbaik Visuospatial Memory Test Pada Aktivitas Mengemudi Di Simulator Kereta*.

Qin, Y., Hu, Z., Chen, Y., Liu, J., Jiang, L., Che, Y., & Han, C. (2022). *Directed Brain Network Analysis for Fatigue Driving Based on EEG Source Signals. Entropy*, 24. https://doi.org/10.3390/e24081093

Ramaputra, S. (2018). Penentuan Suhu Ruang Kemudi Untuk Pengemudi Dengan Keterjangan Panjang Berdasarkan Indikator Tingkat Kantuk dan Stres. *Repository.Unugha.Ac.Id*.

Ratnawaty, L. (2022). Upaya Pencegahan Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas Di Kabupaten Bogor. *YUSTISI (Jurnal Hukum Dan Hukum Islam)*, *9*(2), 1–10.

Ren, Z., Li, R., Chen, B., Zhang, H., Ma, Y., Wang, C., Lin, Y., & Zhang, Y. (2021). EEG-Based Driving Fatigue Detection Using a Two-Level Learning Hierarchy Radial Basis Function. *Frontiers in Neurorobotics*, *15*(February). https://doi.org/10.3389/fnbot.2021.618408

Retnoningrum, D., Candra, A., Ayu, D. I., Folanda, V., Bagus, J. P., & Christanti, J. (2020). Diponegoro Medical Journal Pengaruh Pijat Akupuntur (Accupressure) Telinga Terhadap Kadar Leptin Pada Obesitas. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, *9*(4).

Richer, R., Zhao, N., Amores, J., Eskofier, B. M., & Paradiso, J. A. (2018). Real-time Mental State Recognition using a Wearable EEG. *Conference Proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference*, *2018*. https://doi.org/10.1109/EMBC.2018.8513653

Sabban, I. F., Wahyuni, I. N., Erawati, Hermawan, R. A., Nela, F. V., Kurniawan, A. E., & Anggraini, E. retno. (2020). Pengaruh Kecepatan dan Waktu Sentrifugasi terhadap Sedimentasi pada Pembuatan Sediaan dalam Pemeriksaan Mikroskopis Urin. *Diseminasi Hasil Penelitian Untuk Meningkatkan Kesehatan*, 91–97.

Sandhyavitri, A., Zamri, Wiyono, S., & Subiantoro. (2017). Three Strategies Reducing Accident Rates at Black Spots and Black Sites Road in Riau Province, Indonesia. *Transportation Research Procedia*, *25*, 2153–2166. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.415

Sekarwati, K. A., Putri, D. K., & ... (2020). Kajian Literatur Driving Simulator dalam Berbagai Domain. *... Teknik Elektro UIN ...*, *November 2019*, 203–210. http://senter.ee.uinsgd.ac.id/repositori/index.php/prosiding/article/view/senter2019p23

Shahbakhti, M., Beiramvand, M., Nasiri, E., Far, S. M., Chen, W., Sole-Casals, J., Wierzchon, M., Broniec-Wojcik, A., Augustyniak, P., & Marozas, V. (2023). Fusion of EEG and Eye Blink Analysis for Detection of Driver Fatigue. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, *31*, 2037–2046. https://doi.org/10.1109/TNSRE.2023.3267114

Sofiani, R. N., & Juniati, D. (2022). Klasifikasi Jenis Emosi Berdasarkan Gelombang Otak Menggunakan Dimensi Higuchi Dengan K-Nearest Neighbor. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, *10*(1), 150–160. https://doi.org/10.26740/mathunesa.v10n1.p150-160

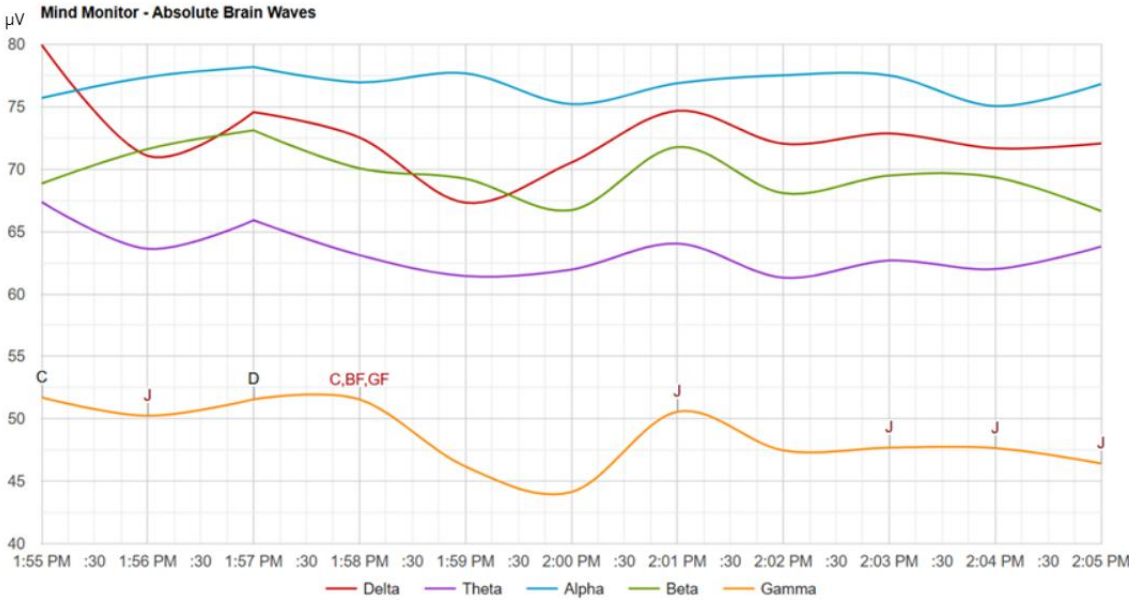
Syafa'a, M. F. A. (2023). *Kebiasaan Berkendara Masyarakat Indonesia*.

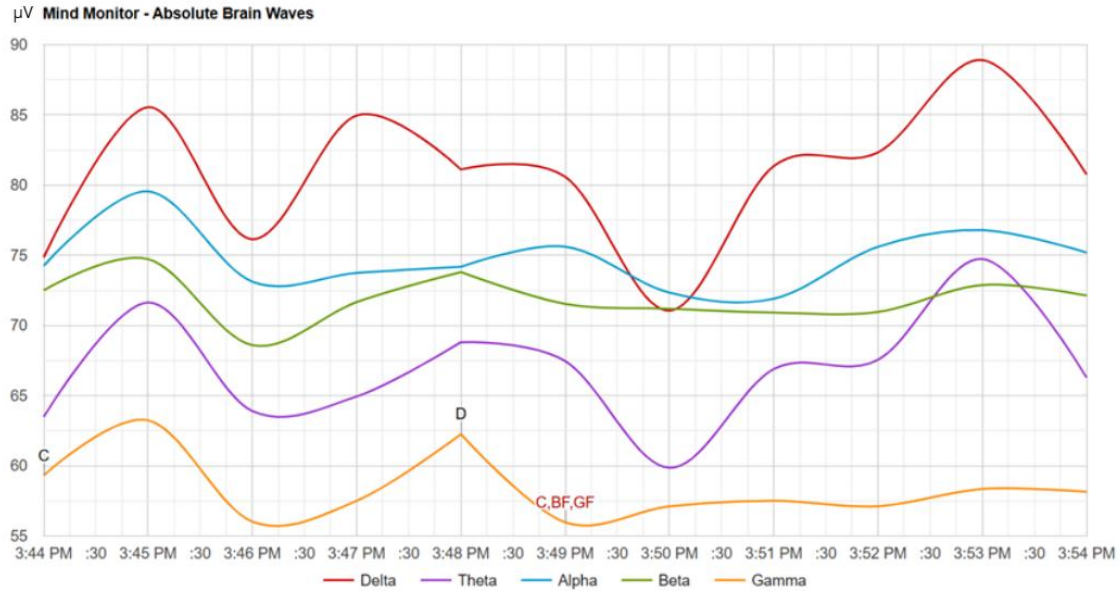
WANG, L., JOHNSON, D., & LIN, Y. (2021). Using EEG to detect driving fatigue based on common spatial pattern and support vector machine. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, *29*(3), 1429–1444. https://doi.org/10.3906/elk-2008-83

Wascher, E., Alyan, E., Karthaus, M., Getzmann, S., Arnau, S., & Reiser, J. E. (2023). Tracking drivers' minds: Continuous evaluation of mental load and cognitive processing in a realistic driving simulator scenario by means of the EEG. *Heliyon*, *9*(7), e17904. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17904

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampilan Gelombang Otak Responden





Lampiran 2. Pengambilan Data








SAP
Einhell
PIRELLI
nuvei