

**ANALISIS *EFFECT* PENGGUNAAN CAR AIR PURIFIER TERHADAP
KELELAHAN MENTAL PENGEMUDI MENGGUNAKAN SINYAL
ELEKTROENSEFALOGRAFI DAN *DRIVING SIMULATOR***

TUGAS AKHIR

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



Nama : Ulvi Sakinah
No. Mahasiswa : 22522282

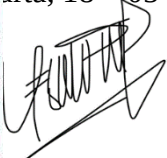
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

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, 18 - 05 - 2026




(Ulvi Sakinah)
22522282

SURAT BUKTI PENELITIAN

FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T: (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F: (0274) 895037
E: fti@uii.ac.id
W: fti.uin.ac.id

Nomor : 36/Ka.Lab DSK&E/70/Lab. DSK&E/IV/2026

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 : Ulvi Sakinah
NIM : 22522282
Program Studi : Teknik Industri-FTI-UII
Tempat Penelitian : Laboratorium Desain Sistem Kerja & Ergonomi
Waktu Penelitian : 14 Februari 2026 - 20 Februari 2026
Judul Penelitian : *Analisis Effect Penggunaan Car Air Purifier Terhadap Kelelahan Mental Pengemudi Menggunakan Sinyal Elektroensefalografi dan Driving Simulator*
Dosen pembimbing : Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

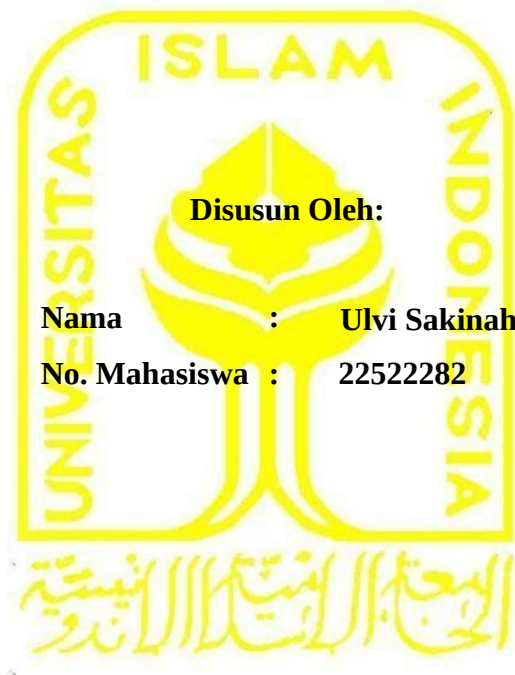
Yogyakarta, 29 April 2026
Kepala Laboratorium DSK&E,

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

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS *EFFECT* PENGGUNAAN CAR AIR PURIFIER TERHADAP
KELELAHAN MENTAL PENGEMUDI MENGGUNAKAN SINYAL
ELEKTROENSEFALOGRAFI DAN *DRIVING SIMULATOR***

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, 06 – Mei - 2026

Dosen Pembimbing

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS *EFFECT* PENGGUNAAN CAR AIR PURIFIER TERHADAP KELELAHAN MENTAL PENGEMUDI MENGGUNAKAN SINYAL *ELEKTROENSEFALOGRAFI* DAN *DRIVING SIMULATOR*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ulvi Sakinah

No. Mahasiswa : 22522282

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

Yogyakarta, 06- Mei – 2026

Tim Penguji

Chancard Basumerda, S.T., M. Sc

Ketua

Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D. IPU., ASEAN.Eng

Anggota I

Dr. Joko Sulistio, 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

Bismillahirrahmanirrahim, atas izin Allah Subhanahu wa Ta'ala, karya ini saya persembahkan sebagai ungkapan terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua dan abang, kakak dan adik saya, yang tidak pernah berhenti mendoakan, mendukung, dan menguatkan saya hingga sampai pada titik ini.

MOTTO

“Dan hanya kepada Allah hendaknya kamu bertawakal jika kamu orang-orang beriman.”

(QS. Al-Ma'idah: 23)

“Dan katakanlah: ‘Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan’”

(QS. Thaha: 114)

“Menuntut ilmu itu wajib bagi setiap Muslim”

(HR. Ibnu Majah)

KATA PENGANTAR

***Bismillahirrohmanirrohim,
Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Alhamdulillahirobbil'alam, puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Effect Penggunaan Car air purifier Terhadap Kelelahan Mental Pengemudi Menggunakan Sinyal Elektroensefalografi Dan Driving Simulator” dengan tepat waktu untuk memenuhi salah satu prasyarat memperoleh gelar sarjana Strata Satu pada jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

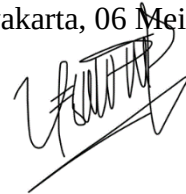
Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari terdapat keterlibatan bantuan dari berbagai pihak, baik kesempatan, Dungan, motivasi, semangat, serta doa yang diberikan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

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, Papa Ridarmanto dan Mama Widyawati serta saudara penulis abang Herdyan Pratama, Kakak Ridya Kartika Maharani dan Adek Muhammad Aslam Alhuda yang tidak pernah berhenti memberikan doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tulus kepada penulis dalam setiap langkah perjalanan ini.
7. Kepada sahabat saya “september’s” yaitu Rahma Hanny Nelvi, dan Carita Septia Nanda yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
8. Mas dan mba serta teman-teman asisten Laboratorium DSK&E 2021,2022, dan 2023 yang telah memberikan bantuan dan selalu menginspirasi saya. Terkhusus teman sejawat saya Zahara, Fathan, Aldo, Afiana, Dita, dan Felix, terima kasih sudah kebersamaan saya selama perkuliahan hingga sampai di titik sekarang ini.
9. Teman-teman Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yaitu Nabila, Virna dan Ryan, yang telah menjadi bagian dari perjalanan studi penulis, saling mendukung, dan berbagi pengalaman selama menempuh pendidikan S1.
10. Teman-teman saya di kampung halaman “Sokawan” yang selalu memberikan semangat, doa, dan penguatan dari jauh kepada penulis.
11. Seluruh responden yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk menjadi bagian dari penelitian yang dilakukan oleh penulis.
12. Seluruh pihak yang telah turut mendukung dan membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir yang tidak dapat saya sebutkan 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 memberikan manfaat sebagaimana mestinya untuk penulis, pembaca, ataupun peneliti selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 06 Mei 2026



Ulvi Sakinah
22522282

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas merupakan salah permasalahan transportasi paling umum, salah satunya yaitu kecelakaan kendaraan roda empat. Kecelakaan ini menyebabkan banyak kerugian, baik material maupun korban manusia. Kelelahan mental pengemudi salah satu faktor penyebab kecelakaan yang dapat menurunkan kewaspadaan dan performansi pada saat berkendara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat *effect* penggunaan *car air purifier* beraroma terhadap kelelahan mental dan performansi pengemudi dengan berdasar pada aktivitas gelombang otak dan kesalahan pada saat mengemudi dengan menggunakan *muse electroencefalografi* dan *driving simulator*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *effect* penggunaan tanpa *car air purifier* dan penggunaan *car air purifier* dengan aroma lemon, lavender serta peppermint. Metode penelitian yang digunakan yaitu desain eksperimen melibatkan 20 responden yang merupakan mahasiswa Universitas Islam Indonesia dengan diterapkan 4 perlakuan menggunakan *driving simulator* dan *muse brain sensing headband* dengan perlakuan tanpa menggunakan *car air purifier*, menggunakan *car air purifier* aroma lemon, lavender dan peppermint. Hasil uji perbedaan rata-rata gelombang otak *alpha* dan *theta* pada setiap perlakuan dengan menggunakan uji *repeated measures anova* diperoleh nilai F pada gelombang otak *alpha* sebesar 1.568 dengan nilai signifikan 0.207, pada gelombang otak *theta* diperoleh nilai F sebesar 0.556 dengan nilai signifikan 0.582, nilai signifikan pada gelombang otak *alpha* dan *theta* > 0.05 menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan belum memberikan *effect* yang signifikan. Namun pada hasil uji *repeated anova measures* pada performansi pengemudi diketahui nilai F sebesar 4.644 dengan nilai signifikan $0.006 \leq 0.05$ menunjukkan terdapat perbedaan tingkat kesalahan atau performansi pengemudi pada setiap perlakuan.

Kata Kunci: Aroma, Car air purifier, Driving Simulator, Kelelahan Mental, Muse Brain Sensing Headband, 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.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kajian Literatur.....	8
2.1.1 Kecelakaan Lalu Lintas dan Faktor Human Error.....	8
2.1.2 Kelelahan Mental Pengemudi.....	9
2.1.3 Penggunaan EEG dalam Analisis Kelelahan Mental	9
2.1.4 Pengaruh Distraksi dan Lingkungan Berkendara Pada Performansi.....	10
2.1.5 Pengaruh Aroma dan Lingkungan Kabin terhadap Kondisi.....	11
2.1.6 <i>State Of The Art</i>	15
2.2 Landasan Teori	16
2.2.1 <i>Ergonomi</i>	16
2.2.2 <i>Ergonomi Kognitif</i>	17
2.2.3 <i>Performansi</i>	17
2.2.4 <i>Kelelahan</i>	17
2.2.5 <i>Air Purifier</i>	17
2.2.6 <i>Pengharum</i>	18
2.2.7 <i>MUSE Electroencephalography (EEG) headband</i>	18
2.2.8 <i>Gelombang Otak</i>	19
2.2.9 <i>Driving simulator</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Subjek Penelitian	22
3.2 Objek Penelitian	22
3.3 Populasi dan Sampel.....	22
3.4 Jenis Data Penelitian.....	23
3.5 Metode Pengumpulan Data	24
3.6 Instrumen Penelitian	24
3.7 Desain Eksperimen	25
3.8 Prosedur Eksperimen	26
3.9 Metode Pengolahan Data.....	27
3.10 Uji Statistik.....	27

3.11	Diagram Alur Penelitian	29
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	34
4.1	Profil Responden	34
4.2	Pengumpulan Data.....	35
4.3	Hasil Rekapitulasi Gelombang Otak	35
4.4	Hasil Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Mengemudi	42
4.5	Pengolahan Data	50
4.5.1	Uji Normalitas Gelombang <i>Alpha</i>	50
4.5.2	Uji <i>Repeated Measures Anova</i> Pada Gelombang <i>Alpha</i>	51
4.5.3	Uji Normalitas Pada Gelombang <i>Theta</i>	54
4.5.4	Uji <i>Repeated Measures Anova</i> Pada Gelombang <i>Theta</i>	55
4.5.5	Uji Normalitas Pada Performansi Pengemudi	58
4.5.6	Uji <i>Repeated measures anova</i> Pada Performansi Pengemudi	59
BAB V	PEMBAHASAN	65
5.1	Analisis <i>Effect</i> Penggunaan Car Air Purifier Kelelahan Mental	65
5.2	Analisis <i>Effect</i> Penggunaan Car Air Purifier Terhadap Performansi.....	68
5.3	Analisis Keseluruhan	72
BAB VI	PENUTUP	74
6.1	Kesimpulan.....	74
6.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		76
LAMPIRAN		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jumlah Kendaraan Bermotor Badan Pusat Statistik.....	2
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3. 1 Pengaturan Kondisi Eksperimen	25
Tabel 3. 2 Pengaturan Situasi Darurat.....	25
Tabel 4. 1 Profil Responden	34
Tabel 4. 2 Hasil Rekapitulasi Gelombang Otak.....	36
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Gelombang <i>Alpha</i>	39
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Gelombang <i>Theta</i>	40
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Pertama	42
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Kedua	44
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Ketiga	45
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Keempat	47
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Data Kesalahan Mengemudi	49
Tabel 4. 10 Hasil Uji Normalitas Gelombang Otak <i>Alpha</i>	51
Tabel 4. 11 <i>Output Within Subject Factors</i>	52
Tabel 4. 12 <i>Output Mauchly's Test of Sphericity</i>	52
Tabel 4. 13 <i>Output Test of Within-Subjects Effect</i>	53
Tabel 4. 14 Uji Normalitas Gelombang <i>Theta</i>	55
Tabel 4. 15 <i>Output Within Subject Factors</i>	56
Tabel 4. 16 <i>Output Mauchly's Test of Sphericity</i>	56
Tabel 4. 17 <i>Test of Within-Subjects Effect</i>	57
Tabel 4. 18 Hasil Uji Normalitas Performansi	59
Tabel 4. 19 <i>Output Within Subject Factors</i>	60
Tabel 4. 20 <i>Mauchly's Test of Sphericity</i>	60
Tabel 4. 21 <i>Test of Within-Subjects Effect</i>	61
Tabel 4. 22 <i>Pairwise Comparisons</i>	62

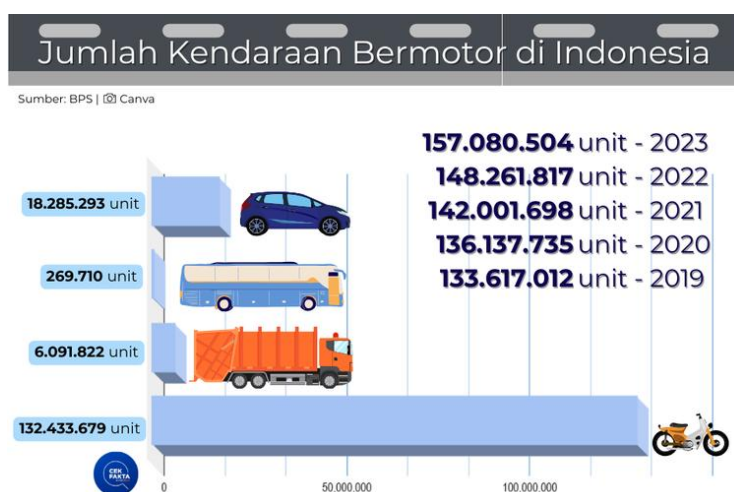
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peningkatan Jumlah Kendaraan Bermotor	1
Gambar 1. 3 Penyebab Kecelakaan di Indonesia Berdasarkan Pusiknas.Polri	3
Gambar 3. 1 Mekanisme Pengambilan Data	27
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	29
Gambar 4. 1 Grafik Gelombang Otak <i>Alpha</i> Responden.....	40
Gambar 4. 2 Grafik Gelombang Otak <i>Theta</i> Responden	41
Gambar 5. 1 Aktivitas Gelombang Otak	65
Gambar 5. 2 Diagram Perbandingan Kesalahan Mengemudi	68
Gambar 5. 3 Grafik Jumlah Kesalahan Setiap Responden.....	69
Gambar 5. 4 Grafik Rekapitulasi Kesalahan Pengemudi Di Setiap Perlakuan	71

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan kendaraan pribadi di Indonesia terus mengalami peningkatan di setiap tahunnya. Pernyataan tersebut sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk yang mendorong tingkat permintaan masyarakat akan kebutuhan kendaraan bermotor. Kondisi tersebut dapat dilihat pada data jumlah kendaraan yang diperoleh dari Kompas.com sebagai berikut.



Gambar 1. 1 Peningkatan Jumlah Kendaraan Bermotor

Sumber: <https://www.kompas.com/cekfakta/read/2025/03/26/132200282/jumlah-kendaraan-di-indonesia-sepeda-motor-mencapai-157-juta-unit?utm>

Berdasarkan Gambar 1. 1 yang berupa data peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia menunjukkan adanya peningkatan selama periode 2019 – 2023. Pada tahun 2019 jumlah kendaraan bermotor sebanyak 133.617.012 unit, dan meningkat menjadi 136.137.375 unit di tahun 2020. Tahun 2021 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia kembali meningkat menjadi 142.001.698 unit, kemudian meningkat kembali pada tahun 2022 sebanyak 148.261.817 unit, dan pada tahun 2023 kendaraan bermotor mencapai 157.080.504 unit. Hal ini terjadi karena peningkatan mobilitas masyarakat serta pertumbuhan ekonomi yang berpengaruh terhadap kebutuhan sarana transportasi. Salah satu sarana yang mengalami peningkatan yaitu adalah penggunaan kendaraan roda empat.

Hal ini didukung data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) yang menunjukkan adanya peningkatan jumlah kendaraan roda empat di setiap selama periode 2019 hingga 2024.

Tabel 1. 1 Jumlah Kendaraan Bermotor Badan Pusat Statistik

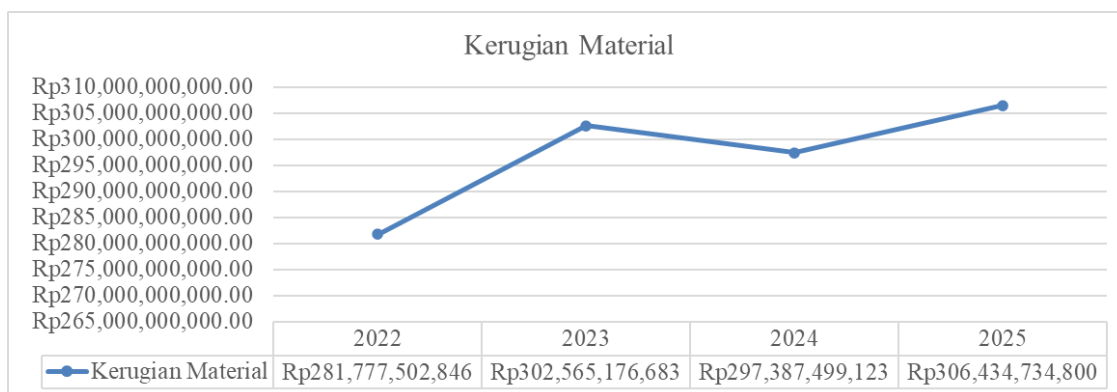
Jenis Kendaraan Bermotor	Perkembangan Jumlah Kendaraan Menurut Jenis/Unit					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mobil	15,592,41	15,797,74	16,413,34	18,948,97	19,710,43	20,444,50
Penumpang	9	6	8	6	4	7
Mobil Bis	231,569	233,261	237,566	262,403	272,793	293,991
Mobil Barang	5,021,888	5,083,405	5,299,361	5,880,541	6,087,299	6,277,403
Jumlah	20,845,87	21,114,41	21,950,27	25,091,92	26,070,52	27,015,90
	6	2	5	0	6	1

Sumber: <https://www.bps.go.id/id/statistic s-table/2/NTcjMg==/number-of-motor-vehicle-by-type.html>

Berdasarkan data diatas diperoleh perkembangan jumlah mobil penumpang di Indonesia pada tahun 2019 – 2024. Mobil penumpang mengalami peningkatan yang signifikan baik secara jumlah maupun persentase dibandingkan dengan kendaraan roda empat yang lain. Mobil penumpang mengalami peningkatan sebesar $\pm 4,85$ juta unit atau 31%. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat memilih mobil pribadi sebagai sarana transportasi utama, baik untuk pergi bekerja, aktivitas sehari-hari, maupun perjalanan jauh. Namun dengan meningkatnya jumlah kendaraan atau mobil pribadi menyebabkan meningkatnya durasi masyarakat berada didalam kendaraan. Tingginya tingkat penggunaan kendaraan pribadi menyebabkan performa dari jalanan menurun seperti terjadinya kemacetan, kecelakaan lalu lintas, dll.

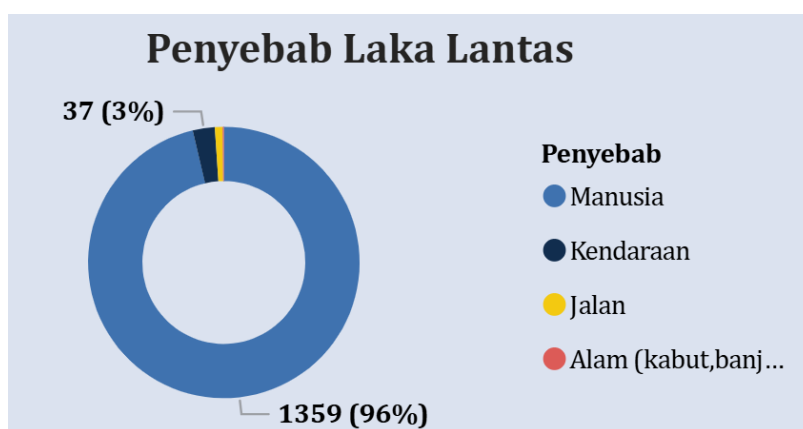
Kecelakaan lalu lintas adalah suatu kejadian yang tidak disengaja terjadi di jalan raya yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan kerugian harta benda. Kecelakaan lalu lintas dapat disebabkan oleh banyak hal, termasuk kondisi jalan, kondisi kendaraan, cuaca, tindakan tidak hati-hati para pengguna (pengemudi dan pejalan kaki) (Pradana & Intari, 2019). Kecelakaan lalu lintas menyebabkan terjadinya kerugian material yang mencakup kerusakan kendaraan, fasilitas jalan, maupun bangunan yang terkena dampak kecelakaan, serta biaya perbaikan, perawatan medis. Berikut

merupakan data kerugian material yang dialami akibat kecelakaan berdasarkan pusiknas.polri.go.id



Grafik 1. 1 Kerugian Material Akibat Kecelakaan

Berdasarkan grafik kerugian material, tercatat kerugian pada tahun 2022 sebesar Rp. 281.777.502.846, kemudian mengalami kenaikan pada tahun 2023 menjadi Rp. 302.565.176.683. Pada tahun 2024 terjadi penurunan menjadi Rp. 297.387.499.123, dan pada tahun 2025 mencapai nilai tertinggi sebesar Rp. 306.434.734.800. Secara keseluruhan hal ini menunjukkan bahwa kerugian material akibat kecelakaan menjadi permasalahan yang signifikan. Berikut merupakan data faktor-faktor penyebab kecelakaan di Indonesia.



Gambar 1. 2 Penyebab Kecelakaan di Indonesia Berdasarkan Pusiknas.Polri

Berdasarkan gambar 1. 3 penyebab kecelakaan di Indonesia yang diperoleh dari Pusiknas.Polri menyatakan bahwa faktor manusia merupakan faktor utama kecelakaan lalu lintas dengan persentase sebesar 96% (1.359 kasus). Faktor kecelakaan yang disebabkan oleh

kendaraan diperoleh presentase sebesar 3% (37 kasus). Faktor jalan menyumbang tingkat presentase kecelakaan sebesar 1% (13 kasus), dan faktor alam dengan presentase sebesar 0.14% (2 kasus). Faktor manusia merupakan faktor yang paling mendominasi pada tingkat kecelakaan lalu lintas, hal ini dipengaruhi oleh kondisi dan perilaku berkendara, baik pada aspek fisiologis dan psikologis pengemudi seperti kelelahan, konsentrasi atau tingkat fokus, dan pengambilan keputusan selama berkendara. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi kemampuan kognitif pengemudi dan meningkatkan risiko terjadinya kesalahan saat mengemudi yang berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas.

Kecelakaan dapat terjadi disebabkan salah satu faktor pengemudi mengalami kelelahan, dimana pengemudi mengalami penurunan konsentrasi, munculnya rasa kantuk, dan reflek atau kecepatan reaksi mengalami penurunan, gejala tersebut dapat terlihat melalui rasa lelah yang berkepanjangan, turunnya motivasi akibat kelelahan, serta berkurangnya kemampuan mental dan fisik dalam menjalankan tugas (Sari et al., 2022).

Salah satu bentuk kondisi psikologis yang berpengaruh terhadap penurunan kognitif dan performansi pengemudi adalah kelelahan. Kelelahan pada pengemudi dipengaruhi oleh model kelelahan fisik dan model kelelahan psikis (mental). Model kelelahan fisik sangat dipengaruhi secara signifikan oleh lama perjalanan dan suasana jalan, sedangkan model kelelahan psikis sangat dipengaruhi secara signifikan oleh lamanya waktu istirahat, tingkat konsentrasi, dan kondisi psikologis pengemudi selama berkendara (Hartanto, 2020). Dalam konteks aktivitas mengemudi *fatigue proneness* atau respons pengemudi pada saat berkendara menjadi tolak ukur dalam menilai terjadinya kelelahan secara fisik dan mental (Satiarida, 2019). Salah satu kelelahan yang perlu diperhatikan adalah kelelahan psikis (mental). Kondisi kelelahan mental dapat menyebabkan penurunan fokus, konsentrasi, dan kewaspadaan pengemudi, sehingga memiliki potensi terjadinya kesalahan pada saat mengemudi. Faktor kelelahan mental juga dapat disebabkan oleh faktor internal seperti kabin kendaraan, *temperature*, sirkulasi udara, serta aroma atau pengharum yang digunakan di dalam kendaraan yang dapat memberikan pengaruh pada kondisi kenyamanan dan konsentrasi pada saat mengemudi. Lingkungan kabin yang kurang nyaman dapat menurunkan tingkat konsentrasi, kewaspadaan dan respon kognitif pengemudi, sebaliknya penggunaan aroma tertentu diketahui memberikan efek terhadap kinerja mengemudi. Hal ini diperkuat dengan adanya penelitian yang dilakukan oleh (Li et al., 2024) bahwasannya wewangian memberikan pengaruh pada kinerja manusia pada saat berkendara,

namun penelitian tersebut hanya berfokus pada performansi pengemudi dan belum mengkaji kondisi kelelahan mental pengemudi berdasarkan aktivitas gelombang otak.

Pada saat ini banyak pengemudi yang menggunakan pengharum mobil baik seperti penggunaan pengharum dalam bentuk *gel*, padat, *spray* dan salah satunya menggunakan *car air purifier* yang dilengkapi dengan aroma. Penggunaan *car air purifier* dapat meningkatkan kualitas udara pada kabin kendaraan dan dilengkapi dengan adanya fitur *aromatherapy* yang menenangkan, meningkatkan *mood*, meningkatkan fokus atau dapat menurunkan *Stress*. Penggunaan *car air purifier* pada penelitian ini didukung karena meningkatnya minat masyarakat terhadap penggunaan *car air purifier*, hal ini diperkuat pendapat dari *nasional senior general manager* PT Sharp Electronic Indonesia yang menyatakan bahwa penjualan *air purifier* mencapai 8.500 unit di setiap bulannya pada tahun 2021. Hal tersebut menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kualitas udara semakin meningkat setelah terjadinya pandemi. Perkembangan penggunaan *air purifier* tidak hanya di fokuskan pada fungsi pemurnian udara tetapi juga dilengkapi fitur aromaterapi yang berfungsi meningkatkan kenyamanan pengguna. Penggunaan *car air purifier* beraroma dinilai mampu memberikan dua fungsi sekaligus, yaitu menjaga kualitas udara di dalam kabin dan menciptakan suasana berkendara yang lebih nyaman dengan stimulus aroma tertentu. Menurut (Li et al., 2024) beberapa jenis aroma yang digunakan seperti aroma lemon dapat meningkatkan aspek-aspek tertentu dalam mengemudi seperti pengereman lebih baik, varian lavender dapat meningkatkan perasaan pengemudi terhadap ketenangan, kenyamanan, dan relaksasi, aroma peppermint dapat membantu mengurangi persepsi kelelahan dan meningkatkan performa tugas kognitif. Namun pernyataan tersebut belum sepenuhnya didukung bukti ilmiah dengan penggunaan *car air purifier* beraroma terhadap tingkat kelelahan mental pengendara.

Maka penelitian perlu dilakukan untuk membuktikan apakah terdapat *effect* penggunaan *car air purifier* beraroma terhadap kelelahan mental dan performansi pengemudi. Penelitian ini menggunakan MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* sebagai alat untuk menunjukkan tingkat gelombang otak terhadap intervensi untuk menyelesaikan permasalahan diatas. penelitian dilakukan untuk mengetahui *effect* penggunaan pengharum dengan *car air purifier* dan tidak menggunakan *car air purifier* beraroma pada kondisi cuaca cerah dan jalanan padat menggunakan *driving simulator* dan *muse brain sensing headband*. *Driving simulator* (simulasi mengemudi) merupakan sebuah sistem terintegrasi yang dirancang untuk menciptakan pengalaman mengemudi secara *virtual*, sehingga pengguna dapat merasakan

kondisi seolah-olah sedang mengoperasikan kendaraan secara langsung dalam lingkungan yang terkontrol dan aman (Taufan & Hartawan, 2022). Menurut (Sekarwati et al., 2020) baik yang ada di Indonesia maupun diluar Indonesia menunjukkan bahwa *driving simulator* banyak digunakan dalam menilai perilaku mengemudi atau berkendara serta mengkaji bagaimana berkendara dengan aman.

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya, disarankan bahwa penggunaan *driving simulator* diimplementasikan dalam pelatihan berkendara secara *virtual*. Adapaun *muse brain sensing headband* yang merupakan perangkat EEG untuk meneliti secara pasif aktivitas gelombang dari otak manusia. Penggunaan *muse brain sensing* digunakan untuk mengetahui aktivitas otak manusia yang berhubungan dengan performansinya pada saat melakukan kegiatan mengendarai mobil sehingga dapat terlihat apakah terdapat pengaruh atau tidak (Indrawan, 2021).

Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *effect* dari perlakuan penggunaan *car air purifier* tanpa aroma dan menggunakan aroma terhadap kelelahan mental dan performansi pengemudi. Kelelahan mental diukur dengan mengamati gelombang *alpha* dan *theta* yang dihasilkan pada saat melakukan aktivitas dengan dan tanpa menggunakan *car air purifier* beraroma dan tingkat performansi pengemudi yang didapatkan dari hasil pengukuran jumlah kesalahan dan pengukuran aktivitas gelombang otak pada saat berkendara dengan atau tanpa *car air purifier* beraroma menggunakan *muse brain sensing headband* untuk mengetahui keadaan kognitif seseorang terhadap intervensi penggunaan *car air purifier*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat *effect* penggunaan *car air purifier* terhadap kelelahan mental pengemudi?
2. Apakah terdapat *effect* penggunaan *car air purifier* terhadap performansi pengemudi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, diketahui tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan *effect* penggunaan *car air purifier* terhadap kelelahan mental pengemudi.
2. Menentukan *effect* penggunaan *car air purifier* terhadap performansi pengemudi.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi bagi almamater, peneliti, dan pembaca. Adapun manfaat yang dapat diperoleh antara lain:

1. Memberikan informasi bagi masyarakat mengenai pilihan penggunaan *car air purifier* beraroma yang memiliki pengaruh terhadap kelelahan mental dan performa mengemudi, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memilih aroma yang aman dan nyaman digunakan dalam kabin kendaraan.
2. Menjadi acuan dalam penerapan metode pengukuran performa mengemudi yang dipengaruhi oleh intervensi aroma, khusus melalui kombinasi analisis aktivitas gelombang otak (EEG) dan jumlah kesalahan berkendara pada *driving simulator*.
3. Menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan kajian terkait aroma dalam kabin kendaraan, atau penggunaan *driving simulator* dan perangkat EEG sebagai alat evaluasi performa dan kondisi kognitif pengemudi.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari topik yang akan diteliti maka perlu adanya pembatasan ruang lingkup penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan menggunakan *driving simulator* dimana kondisi lingkungan dibuat sedemikian rupa agar menyesuaikan dengan lingkungan nyata dan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi.
2. Penelitian ini mengukur perfomansi pengemudi berdasarkan jumlah kesalahan yang dilakukan pada *software City Car Driving*.
3. Penelitian ini mengukur tingkat gelombang otak pada saat responden beraktivitas menggunakan alat *muse brain sensing headband*.
4. Penelitian ini hanya mengamati faktor intervensi berupa pengharum mobil dengan *car air purifier* beraroma.
5. Jenis kelamin responden yang diambil pada penelitian ini laki-laki sebanyak 10 responden dan perempuan sebanyak 10 responden, dengan keseluruhan responden sebanyak 20 responden.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur berisikan penelitian-penelitian 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 yaitu *Muse Electroencephalography Headband, driving simulator*, kelelahan, pengharum dan performansi pengemudi.

2.1.1 Kecelakaan Lalu Lintas dan Faktor Human Error

Kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu permasalahan transportasi yang banyak dipengaruhi oleh faktor manusia (*human error*). Faktor tersebut berkaitan dengan kondisi fisiologis dan psikologis pengemudi selama berkendara, seperti kelelahan, penurunan konsentrasi, tingkat kewaspadaan, hingga kemampuan pengambilan keputusan saat berada di jalan. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kemampuan kognitif pengemudi dan meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan saat mengemudi yang berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Penelitian yang dilakukan oleh (Ossai et al., 2024) menunjukkan bahwa penggunaan telepon seluler saat mengemudi dapat memengaruhi performansi kognitif pengemudi dan meningkatkan beban mental selama berkendara. Penelitian (Abadi, 2022) juga menunjukkan bahwa distraksi audio berupa *podcast* memberikan pengaruh terhadap jumlah kesalahan mengemudi yang dilakukan responden selama menggunakan *driving simulator*. Selain itu, penelitian (Gerhana, 2021) menunjukkan bahwa kondisi kepadatan lalu lintas memengaruhi performansi pengemudi berdasarkan jumlah kesalahan berkendara. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Prihartono, 2023) menunjukkan bahwa kondisi psikologis berupa bias optimistik dan pesimistik memiliki hubungan terhadap tingkat stres dan performansi pengemudi selama simulasi mengemudi.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat diketahui bahwa faktor psikologis dan kondisi lingkungan selama berkendara memiliki hubungan terhadap performansi pengemudi. Berbagai bentuk distraksi dan tekanan selama berkendara dapat menyebabkan penurunan fokus, peningkatan beban mental, serta meningkatnya jumlah kesalahan mengemudi yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas.

2.1.2 Kelelahan Mental Pengemudi

Kelelahan mental merupakan salah satu kondisi psikologis yang dapat memengaruhi kemampuan pengemudi selama melakukan aktivitas berkendara. Kelelahan mental menyebabkan penurunan fokus, konsentrasi, kewaspadaan, dan kemampuan respons terhadap kondisi di jalan. Penelitian yang dilakukan oleh (Embuai et al., 2025) menunjukkan bahwa durasi mengemudi dan kurangnya waktu istirahat memiliki hubungan terhadap meningkatnya kelelahan kerja pada pengemudi. Penelitian (Qin et al., 2022) juga menunjukkan bahwa kondisi kelelahan mengemudi menyebabkan perubahan kemampuan pemrosesan informasi pada otak, dimana terjadi peningkatan integrasi informasi lokal namun penurunan kemampuan integrasi global antar wilayah otak. Selain itu, penelitian (Demir et al., 2022) menunjukkan bahwa tingkat kelelahan pengemudi meningkat secara bertahap selama aktivitas mengemudi dan mulai mengalami peningkatan signifikan pada menit ke-67,5 hingga 90 selama simulasi berkendara. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Pradeep Kumar et al., 2021) menunjukkan bahwa kondisi kelelahan mental pengemudi dapat dianalisis menggunakan sinyal EEG selama aktivitas mengemudi simulasi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa area *oksipital* dan *temporal* memiliki potensi yang baik dalam mendeteksi kondisi *fatigue* pengemudi berdasarkan perubahan aktivitas gelombang otak. Selain itu, (Shahbakhti et al., 2023) menunjukkan bahwa kombinasi analisis EEG dan kedipan mata mampu meningkatkan akurasi dalam mendeteksi kondisi kelelahan pengemudi.

Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kelelahan mental memiliki pengaruh terhadap kondisi kognitif pengemudi selama berkendara. Kondisi *fatigue* yang meningkat dapat menyebabkan penurunan fokus dan kewaspadaan sehingga berpotensi meningkatkan jumlah kesalahan saat mengemudi.

2.1.3 Penggunaan EEG dalam Analisis Kelelahan Mental

Electroencephalography (EEG) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk menganalisis kondisi mental dan aktivitas otak pengemudi selama berkendara. Penggunaan EEG dinilai mampu memberikan pengukuran yang objektif dan *real-time* terhadap aktivitas gelombang otak selama aktivitas mengemudi. Penelitian (Ren et al., 2021) menunjukkan bahwa metode deteksi *fatigue* berbasis EEG menggunakan pendekatan *Two Level Learning Hierarchy Radial Basis Function* memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 92,71% dalam mendeteksi kondisi kelelahan pengemudi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sinyal EEG memiliki potensi yang baik dalam mengidentifikasi kondisi *fatigue* selama berkendara. Penelitian (Demir

et al., 2022) juga menunjukkan bahwa gelombang *delta*, *theta*, dan *alpha* dapat digunakan sebagai indikator untuk mendeteksi tahapan kelelahan pengemudi selama aktivitas mengemudi. Gelombang *theta* berkaitan dengan kondisi kantuk dan mulai terjadinya *fatigue*, sedangkan gelombang *alpha* berkaitan dengan kondisi relaksasi dan penurunan fokus pengemudi. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Pradeep Kumar et al., 2021) menunjukkan bahwa perubahan aktivitas gelombang *alpha* dan *theta* memiliki hubungan terhadap kondisi kelelahan mental pengemudi selama simulasi berkendara. Selain itu, penelitian (Qin et al., 2022) menunjukkan bahwa perubahan aktivitas jaringan otak akibat *fatigue* dapat dianalisis menggunakan pendekatan EEG untuk mengetahui perubahan kemampuan pemrosesan informasi pada otak pengemudi.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat diketahui bahwa EEG menjadi salah satu metode yang efektif untuk mengukur kondisi mental pengemudi selama berkendara. Aktivitas gelombang otak, khususnya *alpha* dan *theta*, dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui perubahan kondisi fokus, kewaspadaan, dan kelelahan mental pengemudi.

2.1.4 Pengaruh Distraksi dan Lingkungan Berkendara Pada Performansi

Performansi pengemudi dapat dipengaruhi oleh berbagai bentuk distraksi dan kondisi lingkungan selama berkendara. Distraksi tersebut dapat berupa penggunaan perangkat komunikasi, distraksi audio, kondisi lalu lintas, maupun tekanan waktu selama mengemudi. Penelitian (Ossai et al., 2024) menunjukkan bahwa penggunaan telepon seluler saat mengemudi memengaruhi performansi kognitif pengemudi berdasarkan indikator beban mental dan *neurofisiologis*. Penelitian (Abadi, 2022) juga menunjukkan bahwa mendengarkan *podcast* selama berkendara memberikan pengaruh terhadap jumlah kesalahan mengemudi yang dilakukan oleh responden. Selain itu, penelitian (Gerhana, 2021) menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas memberikan pengaruh terhadap performansi pengemudi berdasarkan jumlah kesalahan berkendara pada kondisi lalu lintas yang berbeda. Penelitian (Prihartono, 2023) menunjukkan bahwa tekanan waktu dan kondisi psikologis pengemudi selama berkendara memiliki hubungan terhadap tingkat stres dan performansi mengemudi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi psikologis dapat memengaruhi kemampuan pengemudi dalam menyelesaikan tugas berkendara selama simulasi mengemudi berlangsung.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kondisi lingkungan berkendara dan berbagai bentuk distraksi memiliki pengaruh terhadap kondisi psikologis dan

performansi pengemudi. Distraksi yang terjadi selama berkendara dapat meningkatkan beban mental dan jumlah kesalahan mengemudi sehingga memengaruhi keselamatan berkendara

2.1.5 Pengaruh Aroma dan Lingkungan Kabin terhadap Kondisi

Lingkungan internal kabin kendaraan memiliki pengaruh terhadap kondisi psikologis dan performansi pengemudi selama berkendara. Faktor seperti temperatur, kualitas udara, dan aroma di dalam kendaraan dapat memengaruhi kenyamanan, fokus, dan tingkat kewaspadaan pengemudi. Penelitian (Wang et al., 2023) menunjukkan bahwa temperatur kabin kendaraan memengaruhi kemampuan kognitif pengemudi berdasarkan aktivitas EEG. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa suhu kabin berkisar 20 - 23°C memberikan tingkat kenyamanan dan performansi kognitif yang lebih baik dibandingkan kondisi suhu lainnya. Selain faktor temperatur, penggunaan aroma di dalam kendaraan juga diketahui memberikan pengaruh terhadap kondisi psikologis pengemudi. Penelitian (Li et al., 2024) menunjukkan bahwa penggunaan aroma tertentu dalam lingkungan berkendara dapat membantu meningkatkan performansi atau kinerja, mempertahankan kewaspadaan, dan menurunkan persepsi kelelahan selama berkendara. Aroma lemon diketahui membantu meningkatkan performansi pengereman, aroma lavender memberikan efek relaksasi dan kenyamanan, sedangkan aroma peppermint membantu mempertahankan fokus dan kewaspadaan pengemudi. Penelitian (Nugroho, 2022) dan (Indrawan, 2021) juga menunjukkan bahwa penggunaan pengharum mobil memberikan pengaruh yang berbeda terhadap performansi pengemudi berdasarkan jumlah kesalahan mengemudi selama menggunakan *driving simulator*. Namun, penelitian sebelumnya masih menggunakan pengharum mobil konvensional berbentuk padat dan belum banyak mengkaji penggunaan *car air purifier* beraroma terhadap kondisi kelelahan mental pengemudi.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kondisi kabin kendaraan dan penggunaan aroma memiliki hubungan terhadap kondisi psikologis dan performansi pengemudi selama berkendara. Aroma tertentu diketahui mampu membantu meningkatkan kenyamanan, fokus, dan kewaspadaan pengemudi sehingga berpotensi memengaruhi kondisi kelelahan mental selama berkendara.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis dan Tahun	Judul	Subjek	TOPIK MENGENAI TINGKAT <i>STRESS</i>				
				<i>Driving simulator</i>	Suhu	Bau	Performansi	EEG
1	(Nugroho, 2022)	Analisis Pengaruh Pengharum Mobil Menggunakan <i>Driving simulator</i> Dan MUSE <i>Head band</i>	pengemudi	✓		✓	✓	✓
2	(Indrawan, 2021)	Analisis Pengaruh Pengharum Mobil Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan <i>Driving simulator</i> Dan Muse Brain Sensing Headband	Pengemudi	✓		✓	✓	✓
3	(Prihartono, 2023)	Pengaruh Optimistik Dan Pesimistik Bias Terhadap Tingkat <i>Stress</i> Dalam Penyelesaian “Tugas” Menggunakan Muse Headband Dan <i>Driving simulator</i>	Mahasiswa	✓			✓	✓
4	(Salsabila, 2025)	Analisis Tingkat Stres Dengan Menggunakan <i>Electroencephalography</i> Pada Pengemudi Mobil	Mahasiswa	✓			✓	✓

No	Penulis dan Tahun	Judul	Subjek	TOPIK MENGENAI TINGKAT <i>STRESS</i>				
				<i>Driving simulator</i>	Suhu	Bau	Performansi	EEG
5	(Ossai et al., 2024)	<i>Classifying The Cognitive Performance Of Drivers While Talking On Hands-Free Mobile Phone Based On Innovative Sensors And Intelligent Appro</i>	Pengemudi Mobil	✓			✓	✓
6	(Abadi, 2022)	Analisis Pengaruh Mendengarkan Podcast Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan <i>Driving Simulator Dan Muse Brain Sensing Headband</i>	Pengemudi Mobil	✓			✓	✓
7	(Gerhana, 2021)	Analisis Pengaruh Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan <i>Driving simulator Dan Galvanic Skin Response</i>	Pengemudi Mobil	✓			✓	
8	(Li et al., 2024)	<i>An Empirical Study On The Effect Of Blended Scents In Driving Environments From A Neuro-Cognitive Perspective</i>	Pengemudi Mobil			✓	✓	✓
9	(Wang et al., 2023)	<i>Effect s Of Vehicle Air Temperature On Drivers' Cognitive Abilities Based On EEG</i>	Pengemudi		✓			✓

No	Penulis dan Tahun	Judul	Subjek	TOPIK MENGENAI TINGKAT <i>STRESS</i>				
				<i>Driving simulator</i>	Suhu	Bau	Performansi	EEG
10	(Embuai et al., 2025)	Analisis Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Supir Angkutan Antar Kota Dalam Provinsi (Akdp) Seram Tahun 2024	Pengemudi				✓	
11	(Ren et al., 2021)	<i>EEG-Based Driving Fatigue Detection Using a Two-Level Learning Hierarchy Radial Basis Function</i>	Pengemudi	✓			✓	✓
12	(Qin et al., 2022)	<i>Directed Brain Network Analysis for Fatigue Driving Based on EEG Source Signals</i>	Mahasiswa	✓			✓	✓
13	(Demir et al., 2022)	<i>Detection and Analysis of Driver Fatigue Stages with EEG Signals</i>	Mahasiswa	✓			✓	✓
14	(Pradeep Kumar et al., 2021)	<i>Detecting Driver Mental Fatigue Based on Electroencephalogram (EEG) Signals During Simulated Driving</i>	Mahasiswa	✓			✓	✓

No	Penulis dan Tahun	Judul	Subjek	TOPIK MENGENAI TINGKAT <i>STRESS</i>				
				<i>Driving simulator</i>	Suhu	Bau	Performansi	EEG
15	(Shahbakhti et al., 2023)	<i>Fusion of EEG and Eye Blink Analysis for Detection of Driver Fatigue</i>	Pengemudi	✓			✓	✓

2.1.6 State Of The Art

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, diketahui bahwa penelitian terkait performansi pengemudi umumnya berfokus pada pengaruh distraksi, stres, *fatigue*, maupun kondisi lingkungan berkendara terhadap kemampuan mengemudi. Penelitian sebelumnya juga banyak menggunakan EEG untuk mendeteksi kondisi *fatigue* pengemudi berdasarkan aktivitas gelombang otak *alpha* dan *theta*. Selain itu, penelitian terkait penggunaan aroma dalam kendaraan menunjukkan bahwa aroma tertentu mampu meningkatkan kenyamanan, fokus, dan kewaspadaan pengemudi selama berkendara. Namun, berdasarkan kajian yang telah dilakukan, penelitian sebelumnya masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada performansi pengemudi atau deteksi *fatigue* secara terpisah. Penelitian terkait aroma kendaraan juga masih menggunakan pengharum mobil konvensional dan belum banyak mengkaji penggunaan *car air purifier* beraroma yang memiliki fungsi tambahan sebagai pemurni udara di dalam kabin kendaraan. Selain itu, penelitian yang menghubungkan penggunaan *car air purifier* beraroma terhadap kelelahan mental pengemudi berdasarkan aktivitas gelombang otak dan performansi

mengemudi secara bersamaan masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) berupa analisis pengaruh penggunaan *car air purifier* beraroma terhadap kelelahan mental pengemudi berdasarkan aktivitas gelombang otak *alpha* dan *theta* menggunakan *Muse Electroencephalography (EEG) Headband*, serta kaitannya terhadap performansi pengemudi selama menggunakan *driving simulator*.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu dari kata “*ergon*” yang berarti kerja dan “*nomos*” yang berarti aturan atau prinsip. Dengan demikian, ergonomi dapat dipahami sebagai ilmu yang mempelajari aturan, prinsip, dan pendekatan sistematis untuk mengoptimalkan interaksi antara manusia, alat, serta lingkungan kerjanya. Dalam penerapannya, ergonomi tidak terbatas pada ruang industri atau kantor saja, tetapi mencakup seluruh aktivitas manusia, termasuk di rumah, di tempat kerja, dalam perjalanan, hingga pada interaksi sosial di kehidupan sehari-hari. Ruang lingkup ergonomi sangat luas karena melibatkan aspek fisik, kognitif, organisasi, serta lingkungan, sehingga dapat diterapkan pada berbagai kondisi, tempat, dan waktu untuk meningkatkan kesehatan, kenyamanan, efisiensi, dan keselamatan (Cynthia, 2021). Berdasarkan *international ergonomics Association* yang dikutip dalam penelitian Junaedi (2021), jenis *ergonomic* dikategorikan menjadi 4 sebagai berikut:

1. Ergonomi Fisik Berhubungan dengan anatomi tubuh manusia, antropometri, karakteristik fisiologis dan biomekanis 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 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 Kelelahan

Kelelahan umumnya didefinisikan sebagai berkurangnya kinerja otot dibarengi sensasi rasa Lelah (Parwata, 2015). Kelelahan merupakan kondisi fisik maupun mental yang memiliki manifestasi berbeda, namun keduanya berdampak pada menurunnya kapasitas kerja serta berkurangnya ketahanan tubuh dalam menjalankan aktivitas. Secara umum, kelelahan ditandai oleh menurunnya motivasi atau keinginan untuk bekerja, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor terkait fungsi sistem saraf pusat maupun kondisi psikologis individu (Waldani, 2020).

2.2.5 *Air Purifier*

Air Purifier adalah teknologi dari Jepang yang difungsikan sebagai produk untuk membersihkan 99,7% udara kotor di dalam ruangan sehingga manusia terhindar dari penyakit yang disebarkan melalui media udara, atau alat pembersih udara yang dilengkapi dengan fitur penambah aroma, sehingga selain menyaring polutan seperti debu, asap, dan bakteri, alat ini juga mengeluarkan wangi tertentu ke dalam ruangan (Achmad et al., 2024).

2.2.6 Pengharum

Pengharum adalah campuran dari zat pewangi yang dilarutkan dalam pelarut yang sesuai. Zat pewangi tersebut dapat berasal dari minyak atsiri atau dibuat secara sintetis. Pengharum memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, karena dapat memberikan kesenangan hidup, mempengaruhi kejiwaan dan syaraf serta mewangikan bahan yang tidak berbau wangi. Disamping itu pengharum berfungsi sebagai obat-obatan, misalnya sebagai obat penenang, demam dan sebagai bahan penolong (Kurniawan, 2020).

2.2.7 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 headband* 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 headband* 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 19 gelombang 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).

2.2.8 Gelombang Otak

Manusia merupakan makhluk 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 keadaan 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. Gelombang *Delta* (δ) Gelombang otak yang memiliki frekuensi 0,5 - 4 Hz dan *amplitude* 100 - 200 *mikrovolt*. Gelombang ini dipancarkan ketika seseorang berada dalam keadaan 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

2.2.9 *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 kondisi mental dan performansi pengemudi ketika tidak menggunakan dan menggunakan *car air purifier*. Kondisi akan disimulasikan melalui Laboratorium Desain Sistem Kerja dan Ergonomi (DSK&E) yang telah dilengkapi dengan *driving simulator* dan perangkat lunak berupa *city car driving*.

Kelelahan mental akan diukur dan dibaca oleh alat MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* berupa gelombang *alpha* dan *theta* yang berfungsi untuk memberikan informasi terkait penyimpangan perhatian selama melakukan sebuah aktivitas serta performansi pengemudi diukur dengan menghitung jumlah kesalahan yang dilakukan oleh pengemudi pada setiap perlakuan yang dilakukan.

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:

$$(t - 2)(r - 1) > 15$$

Dimana:

$t = treatment$ (Perlakuan)

$r = replikasi$ (Jumlah pengulangan kembali perlakuan yang sama)

Pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan perlakuan sebanyak empat kali, meliputi 10 menit mengemudi tanpa menggunakan air purifier beraroma dan 30 menit menggunakan *car air purifier* beraroma dengan jenis aroma yaitu lemon, lavender dan peppermint. Berdasarkan rumus tersebut dengan 4 perlakuan diketahui jumlah replikasi minimum yaitu sebanyak 9 responden dan penelitian ini melibatkan 20 responden.

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, berupa *google form* dan responden wajib mengisi identitas.
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

Untuk mengumpulkan data, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui desain eksperimen dan kuesioner. Untuk mensimulasikan aktivitas yang diteliti, *driving simulator* digunakan. Selain itu, aktivitas gelombang otak diukur dan direkam dengan MUSE *Electroencephalography (EEG) headband*. Data gelombang otak yang dihasilkan seperti gelombang *alpha* dan *theta* serta indikator performansi mengemudi, seperti jumlah kesalahan, diambil dari data eksperimen dan kemudian dianalisis secara statistik untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang digunakan. Sebaliknya, data demografi responden dikumpulkan melalui kuesioner, yang juga dapat dikategorikan dan dianalisis secara kuantitatif.

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 Muse Monitor*.
3. *Website Mind Monitor*
4. *Logitech G29 Driving Force Racing Wheel with Force Shifter*
5. *Personal Computer Samsung 43" Curved Display DFHD LC43j890*

6. *Software City Car Driving*
7. *Software SPSS*
8. *Car air purifier*
9. *Aromatherapy*

3.7 Desain Eksperimen

Sebelum melakukan pengambilan data, terdapat beberapa pengaturan yang diatur pada *software City Car Driving*. Pengaturan ini dilakukan untuk menyesuaikan kondisi lingkungan pada saat berkendara di dunia nyata meliputi beberapa faktor seperti kendaraan, lingkungan dan lalu lintas. Berikut merupakan tabel pengaturan kondisi yang digunakan pada eksperimen.

Tabel 3. 1 Pengaturan Kondisi Eksperimen

Pengaturan		Keterangan
Kendaraan	Jenis Mobil	Sedan
	Transmisi	Metic
	Sign	Tidak Ada
	Kemudi	Kanan
Lingkungan	Musim	Panas
	Cuaca	Cerah
	Waktu	Pagi/Sore
Lalu Lintas	Kepadatan Lalu Lintas	Rata-rata 60%
	Kebiasaan menyetir	Kondisi Perkotaan
	Pejalan Kaki	60% tingkat keramaian

Tabel 3. 2 Pengaturan Situasi Darurat

Pengaturan	Keterangan
Perubahan lalu lintas	Sering
Mobil depan mengerem mendadak	Sering
Kendaraan masuk ke jalur dari arah berlawanan	Sering
Pejalan kaki menyebrang secara tiba-tiba	Sering
Kecelakaan lalu lintas oleh kendaraan lain	Sering

Pengaturan	Keterangan
Kecelakaan lalu lintas oleh kendaraan lain	
Kondisi Kendaraan	Tidak pernah
Kegagalan sistem pencahayaan	Tidak pernah
Kerusalan kemudi	Tidak pernah
Kegagalan sistem rem	Tidak pernah
Cairan pendingin <i>overheat</i>	Tidak pernah
Kebocoran bahan bakar	Tidak pernah
Ban bocor	Tidak pernah
Kondisi Pengendara	
Pengaruh alkohol	Tidak

3.8 Prosedur Eksperimen

Tahapan pertama yaitu pendahuluan yaitu berupa pengisian *google form* yang berisikan biodata responden, tujuan dan mekanisme dari penelitian. Eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan alat *muse sensing headband* yang berfungsi merekam aktivitas gelombang otak pada saat responden melakukan aktivitas berupa mengemudi. Aktivitas mengemudi dilakukan seperti biasa tetapi terdapat berupa dua aktivitas yaitu mengemudi dengan menggunakan *car air purifier* beraroma dan tanpa menggunakan *car air purifier*. Dari aktivitas tersebut diperoleh data dari alat *muse sensing headband* berupa gelombang otak yang akan diolah untuk mengetahui kelelahan mental yang dialami pengemudi.

Setelah responden mengetahui tujuan dan mekanisme serta menyetujui prosedur eksperimen tersebut, responden melanjutkan ke tahap berikutnya yaitu memberitahukan kepada responden tata cara penggunaan *driving simulator* dan *software City Car Driving* yang bertujuan pada saat pengambilan data responden sudah familiar bagaimana penggunaannya. Kemudian responden melakukan pelatihan mengemudi dengan waktu 3-5 menit.

Tahapan selanjutnya yaitu, alat *muse sensing headband* dipasang kepada responden, serta pada tahap tersebut alat *muse sensing headband* dikalibrasi pada *software mind monitor* untuk memastikan apakah data gelombang otak sudah terbaca atau tidak, kalibrasi ini memakan waktu 30 detik. Setelah dipastikan alat sudah terkalibrasi, maka peneliti akan memberitahukan kepada responden “mulai” sebagai tanda memulai aktivitas mengemudi.

Tahapan selanjutnya yaitu, responden melakukan simulasi mengemudi yang pertama yaitu tanpa adanya intervensi berupa *car air purifier* selama 10 menit. Setelah mengemudi selama 10 menit, responden beristirahat selama 5 menit, dan dilanjutkan dengan aktivitas kedua yaitu mengemudi dengan ditambahkan intervensi berupa *car air purifier* beraroma yaitu lemon, lavender dan peppermint dimana masing-masing aroma dilakukan perlakuan selama 10 menit.



Gambar 3. 1 Mekanisme Pengambilan Data

3.9 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengamatan pada aplikasi *Muse Monitor* yang merekam gelombang otak yang diperoleh dari alat *muse brain sensing headband*. Data yang diperoleh dari aplikasi *Muse Monitor* menampilkan beberapa gelombang seperti *delta*, *theta*, *alpha*, *beta* dan *gamma*. Pengolahan data yang dilakukan yaitu melakukan rata-rata gelombang pada setiap perlakuan, namun pada penelitian ini berfokus pada gelombang *alpha* dan *theta*, serta melakukan perhitungan tingkat kesalahan mengemudi pada hasil *screen record* di setiap perlakuan yang dilakukan.

3.10 Uji Statistik

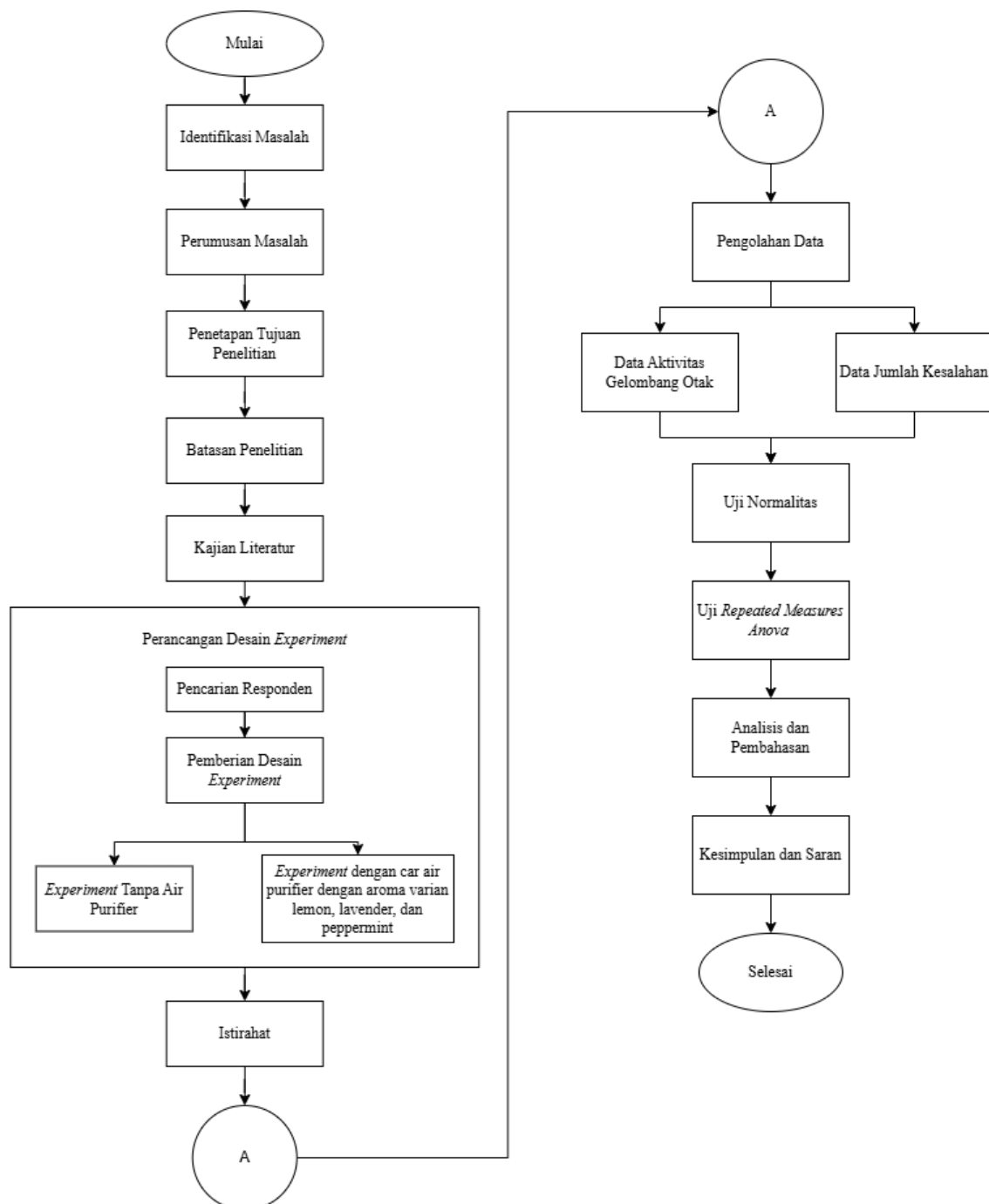
Pada penelitian yang dilakukan yaitu mengetahui penggunaan *car air purifier* terhadap kelelahan dan performansi pengemudi. Pengujian pada penelitian yang dilakukan

bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar 2 atau lebih *variable* dengan menggunakan dilakukan uji *Repeated Measures Anova*. Uji *Repeated measures anova* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan dari berbagai hasil pengukuran yang dilakukan secara berulang-ulang pada suatu *variable* penelitian. Dalam penelitian ini *variable independent* (X) berupa jenis perlakuan yang dilakukan, terdiri (X₁) tanpa *car air purifier*, (X₂) dengan *car air purifier* aroma lemon, (X₃) *car air purifier* aroma lavender, dan (X₄) *car air purifier* aroma peppermint. Variabel dependen (Y) terdiri dari 2 indikator, yaitu kelelahan mental yang diukur dengan gelombang otak *alpha* dan *theta*, serta performansi pengemudi berdasarkan jumlah kesalahan.

Tahapan uji *repeated measures anova* pada tahap awal dilakukan uji normalitas dari nilai *standardized residual* serta *output* SPSS yang muncul adalah *output* uji *repeated measures anova*.

3.11 Diagram Alur Penelitian

Berikut merupakan Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian:



Gambar 3. 2 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan mengenai alur penelitian yang dilakukan

1. Mulai
2. Identifikasi Masalah

Peneliti melakukan identifikasi masalah dan diperoleh salah satu dari masalah tersebut yaitu kelelahan mental yang dialami oleh pengemudi ketika berkendara dimana terjadinya penurunan tingkat fokus akibat kelelahan pada saat mengemudi. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan berupa intervensi berupa *car air purifier* beraroma untuk mengetahui apakah *car air purifier* beraroma memiliki *effect* terhadap kelelahan mental yang dialami pengemudi.

3. Perumusan Masalah

Selanjutnya peneliti merumuskan masalah penelitian berdasarkan permasalahan yang telah ditentukan sebelumnya.

4. Penetapan Tujuan Penelitian

Peneliti menentukan tujuan dari penelitian berdasarkan rumusan yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelelahan mental dan performansi yang dialami oleh pengemudi dengan adanya intervensi berupa *car air purifier* terhadap pengemudi.

5. Batasan Penelitian

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

6. Perancangan Desain Eksperimen

Perancangan desain eksperimen dilakukan dengan peneliti merancang eksperimen yang akan diuji oleh responden. Adapun desain eksperimen yang dilakukan yaitu responden melakukan aktivitas mengemudi selama 10 menit tanpa menggunakan *car air purifier* dan mengemudi dengan menggunakan *car air purifier* beraroma lemon, lavender dan peppermint, dengan durasi 10 menit pada setiap aroma.

7. Pemberian Desain Eksperimen

Pemberian desain eksperimen, memerlukan prosedur dan tata cara yang jelas sehingga mendapatkan hasil yang akurat. Eksperimen yang dilakukan terdiri atas empat perlakuan yang berbeda yaitu tanpa *car air purifier* dan menggunakan *car air purifier* beraroma lemon, lavender, dan peppermint. 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, mekanisme, 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 kelelahan mental yang dialami responden.

b. Pengisian Kuesioner (*Google Form*)

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 dilakukan pemasangan alat ukur kepada responden, maka dilakukan *briefing* atau penjelasan mengenai alat ukur yang digunakan dan bagaimana mekanisme pengambilan data dilakukan. Alat ukur yang digunakan yaitu MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband*. Pemasangan alat pada kepala tepatnya pada dahi diatas alis, namun sebelum melakukan pemasangan alat pada dahi responden disarankan kepada responden untuk membersihkan area yang terkena secara langsung pada sensor dengan menggunakan *tissue*. Hal ini bertujuan untuk sensor alat ukur MUSE *Electroencephalography* (EEG) *headband* untuk mendeteksi dan menangkap sinyal gelombang otak.

Ketika MUSE *headband* telah terpasangan dengan sempurna, 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 menit.

8. Pengambilan Data Eksperimen

Setelah responden sudah mulai beradaptasi dengan pemakaian *Muse Headband* dan *Driving simulator* melalui uji coba selama 3 - 5 menit, maka selanjutnya dapat dilakukan pengambilan data dengan menerapkan desain eksperimen yang telah dijelaskan sebelumnya. Pengambilan data dilakukan selama 8 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 Intervensi

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

b. Eksperimen Dengan Intervensi

Pada perlakuan mengemudi dengan intervensi, responden akan mengemudi menggunakan *driving simulator* dengan menggunakan *car air purifier* beraroma dengan varian lemon, lavender dan peppermint pada masing-masing aroma menggunakan *driving simulator* selama 10 menit. Sebelum dilakukannya perlakuan mengemudi dengan intervensi oleh responden, peneliti akan melakukan *screen record* terlebih dahulu untuk nantinya dilakukan perhitungan terkait jumlah kesalahan yang dialami oleh responden.

9. 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 kesalahan 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 penelitian ini ialah uji *Shapiro wilk*.

b. Uji *Repeated Measures Anova*

Uji *Repeated measures anova* bertujuan untuk melakukan pengujian apakah terdapat perbedaan secara signifikan dari beberapa hasil pengukuran yang dilakukan secara berulang-ulang pada suatu *variable* penelitian.

10. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis terkait aktivitas gelombang otak dan kesalahan pengemudi selama diberikan perlakuan dan tidak. Analisis yang dilakukan didukung dengan hasil uji statistik dan referensi yang diperoleh dari studi literatur.

11. 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.

12. Selesai.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Responden

Data diri atau profil responden pada penelitian yang dilakukan memuat informasi karakteristik pribadi yang diperoleh secara langsung pada saat pengumpulan data dengan *google form* yang diberikan secara langsung. Jumlah responden pada penelitian ini sebanyak 20 responden dengan 10 jenis kelamin laki-laki dan 10 jenis kelamin perempuan, dengan rincian responden sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Profil Responden

Responden	Usia	Jenis Kelamin	Kepemilikan SIM A	Keadaan Sehat Jasmani dan Rohani
Responden 1	21	Perempuan	Ya	Ya
Responden 2	21	Perempuan	Ya	Ya
Responden 3	21	Perempuan	Ya	Ya
Responden 4	19	Perempuan	Ya	Ya
Responden 5	20	Perempuan	Ya	Ya
Responden 6	21	Perempuan	Ya	Ya
Responden 7	21	Perempuan	Ya	Ya
Responden 8	21	Perempuan	Ya	Ya
Responden 9	21	Perempuan	Ya	Ya
Responden 10	21	Perempuan	Ya	Ya
Responden 11	21	Laki-Laki	Ya	Ya
Responden 12	21	Laki-Laki	Ya	Ya
Responden 13	21	Laki-Laki	Ya	Ya
Responden 14	21	Laki-Laki	Ya	Ya
Responden 15	20	Laki-Laki	Ya	Ya
Responden 16	21	Laki-Laki	Ya	Ya
Responden 17	21	Laki-Laki	Ya	Ya

Responden	Usia	Jenis Kelamin	Kepemilikan SIM A	Keadaan Sehat Jasmani dan Rohani
Responden 18	21	Laki-Laki	Ya	Ya
Responden 19	21	Laki-Laki	Ya	Ya
Responden 20	21	Laki-Laki	Ya	Ya

Berdasarkan Tabel 4. 1 diatas yang merupakan rekapitulasi karakteristik responden telah memenuhi kualifikasi dalam syarat responden pada penelitian yang dilakukan, dimana memiliki Surat Izin Mengemudi (SIM) jenis A, dalam kondisi sehat jasmani dan rohani sehingga responden dapat melakukan pengambilan data dengan beberapa perlakuan yang diberikan.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan *driving simulator* dilakukan pada pukul 08.00 s/d 12.00 dan pukul 14.00 s/d 17.00, hal ini mengacu pada suatu penelitian yang menunjukan pada waktu 12.00 s/d 14.00 menunjukkan waktu tersebut pengemudi mengalami kelelahan yang tinggi (Nagano et al., 2022). Dimana hal tersebut menjadi pertimbangan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *car air purifier* terhadap kelelahan mental pengemudi.

Penelitian ini dilakukan dengan 4 perlakuan yaitu mengemudi tanpa intervensi *car air purifier*, diberikan intervensi *car air purifier* dengan aroma lemon, diberikan intervensi berupa *car air purifier* dengan aroma peppermint, dan intervensi berupa *car air purifier* dengan aroma lavender. Aroma yang digunakan berdasarkan rekomendasi jurnal (Li et al., 2024) yang menyebutkan bahwa varian tersebut memiliki pengaruh terhadap performansi pengemudi.

4.3 Hasil Rekapitulasi Gelombang Otak

Berikut merupakan hasil rekapitulasi rata-rata gelombang otak yang diperoleh dari perlakuan mengemudi dengan menggunakan alat MUSE yang di hubungkan dengan aplikasi *MUSE Monitor* yang merekam aktivitas gelombang otak pengemudi dengan durasi mengemudi 10 menit di setiap perlakuan. Pengukuran aktivitas gelombang otak

dilakukan pada dinyal *TP9*, *AF7*, *AF8*, dan *TP10*. Sinyal tersebut menghasilkan aktivitas gelombang otak *Delta*, *Theta*, *Alpha*, *Beta*, dan *Gamma*. Data gelombang otak yang dihasilkan diolah menjadi nilai rata-rata setiap otak dengan rekapitulasi data sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Rekapitulasi Gelombang Otak

Responden	Gelombang	Intervensi			
		Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4
Responden 1	<i>Delta</i>	0.13441	0.10871	0.12152	0.10412
	<i>Theta</i>	0.32204	0.03329	0.32324	0.51278
	<i>Alpha</i>	0.28662	0.10814	0.51556	0.12023
	<i>Beta</i>	0.67413	0.18222	0.12994	0.16897
	<i>Gamma</i>	0.57225	0.10964	0.27816	0.44905
Responden 2	<i>Delta</i>	0.63297	0.69109	0.26498	0.63919
	<i>Theta</i>	0.98228	0.46975	0.41704	0.37157
	<i>Alpha</i>	0.42795	0.44746	0.44236	0.28134
	<i>Beta</i>	0.40133	0.50912	0.25619	0.53472
	<i>Gamma</i>	0.16334	0.32855	0.11391	0.33386
Responden 3	<i>Delta</i>	0.14806	0.11545	0.93663	0.22836
	<i>Theta</i>	0.20056	0.27985	0.87298	0.14585
	<i>Alpha</i>	0.27186	0.18049	0.15878	0.13338
	<i>Beta</i>	0.19553	0.14339	0.13293	0.18395
	<i>Gamma</i>	0.12460	0.65003	0.40382	0.84062
Responden 4	<i>Delta</i>	0.11620	0.22251	0.15539	0.20995
	<i>Theta</i>	0.04195	0.08885	0.08525	0.31581
	<i>Alpha</i>	0.38119	0.12828	0.24820	0.31880
	<i>Beta</i>	0.16084	0.05964	0.05510	0.08941
	<i>Gamma</i>	0.24163	0.06415	0.04907	0.00510
Responden 5	<i>Delta</i>	0.30975	0.23301	0.29439	0.18671
	<i>Theta</i>	0.14492	0.55042	0.74690	0.14171
	<i>Alpha</i>	0.18537	0.32685	0.28405	0.18396
	<i>Beta</i>	0.05226	0.15459	0.05250	0.23355
	<i>Gamma</i>	0.10787	0.06252	0.11521	0.23070
Responden 6	<i>Delta</i>	0.19324	0.18420	0.21814	0.20572
	<i>Theta</i>	0.09987	0.09051	0.06883	0.82189
	<i>Alpha</i>	0.18775	0.16102	0.18004	0.37833
	<i>Beta</i>	0.36278	0.35372	0.35355	0.33856
	<i>Gamma</i>	0.28403	0.26851	0.27626	0.26672
Responden 7	<i>Delta</i>	0.66877	0.56037	0.57670	0.55720
	<i>Theta</i>	0.44095	0.39644	0.35629	0.41456

Responden	Gelomban g	Intervensi			
		Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4
Responden 8	<i>Alpha</i>	0.46874	0.43027	0.45932	0.46341
	<i>Beta</i>	0.39999	0.41868	0.36218	0.39127
	<i>Gamma</i>	0.16151	0.22957	0.16412	0.17250
	<i>Delta</i>	0.15861	0.21414	0.25294	0.16621
	<i>Theta</i>	0.12653	0.13214	0.10353	0.39743
Responden 9	<i>Alpha</i>	0.21716	0.24333	0.22788	0.19996
	<i>Beta</i>	0.32743	0.30496	0.16108	0.38786
	<i>Gamma</i>	0.20899	0.18722	0.07691	0.25527
	<i>Delta</i>	0.76850	0.77507	0.72463	0.81348
	<i>Theta</i>	0.46653	0.48755	0.53261	0.52538
Responden 10	<i>Alpha</i>	0.54242	0.53715	0.50658	0.48585
	<i>Beta</i>	0.27695	0.25411	0.23244	0.25672
	<i>Gamma</i>	0.29124	0.03010	0.35467	0.20471
	<i>Delta</i>	0.56650	0.65223	0.65685	0.89594
	<i>Theta</i>	0.57574	0.44370	0.25879	0.50544
Responden 11	<i>Alpha</i>	0.50142	0.46542	0.86887	0.62395
	<i>Beta</i>	0.23495	0.56727	0.44718	0.37260
	<i>Gamma</i>	0.25124	0.41913	0.52068	0.91681
	<i>Delta</i>	0.12488	0.94835	0.88769	0.89980
	<i>Theta</i>	0.11495	0.13426	0.16581	0.21480
Responden 12	<i>Alpha</i>	0.72317	0.79251	0.76887	0.76044
	<i>Beta</i>	0.17953	0.18455	0.15127	0.42417
	<i>Gamma</i>	0.97380	0.12419	0.13343	0.12696
	<i>Delta</i>	0.76111	0.68223	0.65086	0.72093
	<i>Theta</i>	0.43170	0.43697	0.48071	0.50417
Responden 13	<i>Alpha</i>	0.55661	0.54362	0.50906	0.51975
	<i>Beta</i>	0.50013	0.46727	0.45344	0.46021
	<i>Gamma</i>	0.32308	0.28844	0.27106	0.24823
	<i>Delta</i>	0.86418	0.69625	0.78811	0.71641
	<i>Theta</i>	0.39793	0.36169	0.36527	0.49298
Responden 14	<i>Alpha</i>	0.47397	0.43382	0.41379	0.45472
	<i>Beta</i>	0.32399	0.21755	0.26909	0.26241
	<i>Gamma</i>	0.14974	0.97531	0.46332	0.39708
	<i>Delta</i>	0.25935	0.21117	0.11756	0.57160
	<i>Theta</i>	0.35082	0.08057	0.57763	0.20141
Responden 15	<i>Alpha</i>	0.18690	0.13776	0.15939	0.25031
	<i>Beta</i>	0.14412	0.96622	0.11328	0.95638
	<i>Gamma</i>	0.14553	0.30913	0.14293	0.41604
	<i>Delta</i>	0.58662	0.61401	0.59173	0.64224
	<i>Theta</i>				

Responden	Gelombang	Intervensi			
		Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4
Responden 15	<i>Theta</i>	0.47676	0.47233	0.49912	0.48104
	<i>Alpha</i>	0.53330	0.57866	0.54253	0.56177
	<i>Beta</i>	0.51829	0.42587	0.43030	0.43786
	<i>Gamma</i>	0.46247	0.30762	0.30038	0.32225
Responden 16	<i>Delta</i>	0.34113	0.33261	0.46976	0.40420
	<i>Theta</i>	0.44034	0.38913	0.40875	0.59693
	<i>Alpha</i>	0.64461	0.66834	0.65334	0.67034
	<i>Beta</i>	0.98713	1.16940	1.14052	1.11202
	<i>Gamma</i>	0.93908	1.03867	0.96825	0.92755
Responden 17	<i>Delta</i>	0.34687	0.52937	0.56666	0.76102
	<i>Theta</i>	0.81696	0.62435	0.70141	0.55814
	<i>Alpha</i>	0.34436	0.61070	0.49245	0.54390
	<i>Beta</i>	0.28461	0.46977	0.40323	0.58321
	<i>Gamma</i>	0.28763	0.43407	0.44085	0.43649
Responden 18	<i>Delta</i>	0.26055	0.20892	0.20731	0.21675
	<i>Theta</i>	0.85651	0.81081	0.80702	0.12027
	<i>Alpha</i>	0.27584	0.13844	0.34562	0.15251
	<i>Beta</i>	0.10237	0.51289	0.12362	0.46990
	<i>Gamma</i>	0.19279	0.61883	0.84116	0.75866
Responden 19	<i>Delta</i>	0.66088	0.59238	0.57756	0.57936
	<i>Theta</i>	0.68364	0.65428	0.63943	0.56518
	<i>Alpha</i>	0.58412	0.56170	0.54244	0.57218
	<i>Beta</i>	0.49622	0.37371	0.35181	0.34792
	<i>Gamma</i>	0.29600	0.23442	0.25325	0.23765
	<i>Delta</i>	0.22882	0.15203	0.12002	0.18243
Responden 20	<i>Theta</i>	0.30199	0.65065	0.78011	0.11407
	<i>Alpha</i>	0.17768	0.14099	0.44151	0.22417
	<i>Beta</i>	0.67413	0.19346	0.89944	0.51749
	<i>Gamma</i>	0.53967	0.10230	0.13099	0.13445

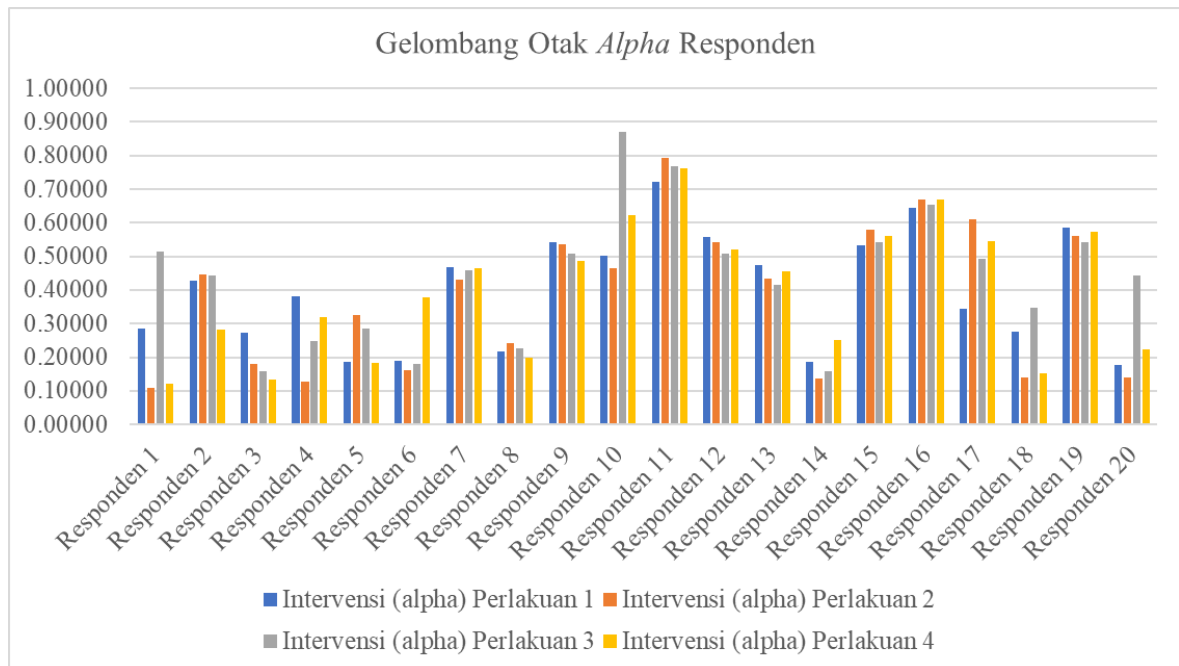
Berdasarkan hasil rekapitulasi tabel diatas merupakan hasil rekap gelombang otak pada 20 responden, dengan responden 1 s/d 10 merupakan responden perempuan dan responden 11 s/d 20 merupakan responden laki-laki. Gelombang otak yang digunakan pada penelitian ini yaitu gelombang *alpha* dan *theta* sebagai indikator pengaruh atau perubahan kondisi kognitif dan kelelahan mental yang dialami responden pada saat aktivitas mengemudi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat *effect* berupa peningkatan atau penurunan gelombang *alpha* dan *theta* yang mencerminkan perubahan

tingkat relaksasi dan beban mental pengemudi. Berikut merupakan rekap gelombang *alpha* dan *theta*:

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Gelombang *Alpha*

Responden	Intervensi (Gelombang <i>Alpha</i>)			
	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4
Responden 1	0.28662	0.10814	0.51556	0.12023
Responden 2	0.42795	0.44746	0.44236	0.28134
Responden 3	0.27186	0.18049	0.15878	0.13338
Responden 4	0.38119	0.12828	0.24820	0.31880
Responden 5	0.18537	0.32685	0.28405	0.18396
Responden 6	0.18775	0.16102	0.18004	0.37833
Responden 7	0.46874	0.43027	0.45932	0.46341
Responden 8	0.21716	0.24333	0.22788	0.19996
Responden 9	0.54242	0.53715	0.50658	0.48585
Responden 10	0.50142	0.46542	0.86887	0.62395
Responden 11	0.72317	0.79251	0.76887	0.76044
Responden 12	0.55661	0.54362	0.50906	0.51975
Responden 13	0.47397	0.43382	0.41379	0.45472
Responden 14	0.18690	0.13776	0.15939	0.25031
Responden 15	0.53330	0.57866	0.54253	0.56177
Responden 16	0.64461	0.66834	0.65334	0.67034
Responden 17	0.34436	0.61070	0.49245	0.54390
Responden 18	0.27584	0.13844	0.34562	0.15251
Responden 19	0.58412	0.56170	0.54244	0.57218
Responden 20	0.17768	0.14099	0.44151	0.22417

Berikut grafik gelombang otak *alpha* pada setiap responden dengan empat perlakuan yang diberikan



Gambar 4. 1 Grafik Gelombang Otak *Alpha* Responden

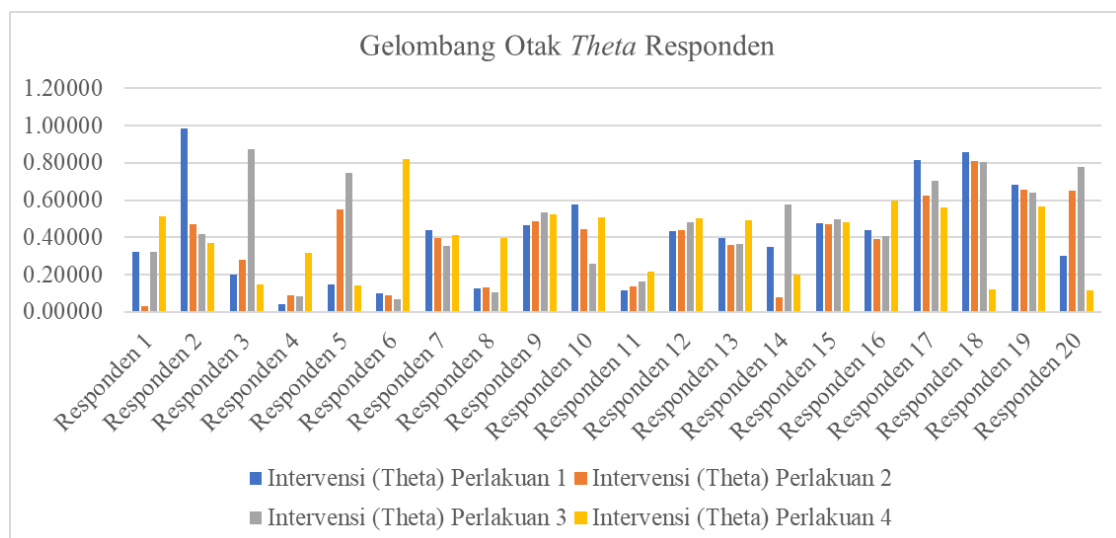
Berdasarkan Gambar 4. 1 yang merupakan grafik gelombang otak *alpha*, diketahui pada setiap perlakuan yang diberikan kepada responden memberikan *effect* yang berbeda pada setiap gelombang *alpha*. Terdapat hasil gelombang otak yang bervariasi antar responden, dimana disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan mampu meningkatkan gelombang otak *alpha*.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Gelombang *Theta*

Responden	Intervensi (Gelombang <i>Theta</i>)			
	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4
Responden 1	0.32204	0.03329	0.32324	0.51278
Responden 2	0.98228	0.46975	0.41704	0.37157
Responden 3	0.20056	0.27985	0.87298	0.14585
Responden 4	0.04195	0.08885	0.08525	0.31581
Responden 5	0.14492	0.55042	0.74690	0.14171
Responden 6	0.09987	0.09051	0.06883	0.82189
Responden 7	0.44095	0.39644	0.35629	0.41456
Responden 8	0.12653	0.13214	0.10353	0.39743
Responden 9	0.46653	0.48755	0.53261	0.52538

Responden	Intervensi (Gelombang <i>Theta</i>)			
	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	Perlakuan 4
Responden 10	0.57574	0.44370	0.25879	0.50544
Responden 11	0.11495	0.13426	0.16581	0.21480
Responden 12	0.43170	0.43697	0.48071	0.50417
Responden 13	0.39793	0.36169	0.36527	0.49298
Responden 14	0.35082	0.08057	0.57763	0.20141
Responden 15	0.47676	0.47233	0.49912	0.48104
Responden 16	0.44034	0.38913	0.40875	0.59693
Responden 17	0.81696	0.62435	0.70141	0.55814
Responden 18	0.85651	0.81081	0.80702	0.12027
Responden 19	0.68364	0.65428	0.63943	0.56518
Responden 20	0.30199	0.65065	0.78011	0.11407

Berikut grafik gelombang otak *theta* pada setiap responden dengan empat perlakuan yang diberikan



Gambar 4. 2 Grafik Gelombang Otak *Theta* Responden

Berdasarkan Gambar 4. 2 yang merupakan gelombang otak *theta* responden, diketahui bahwa setiap perlakuan menghasilkan nilai gelombang otak yang berbeda-beda pada setiap responden. Secara keseluruhan penggunaan tanpa *car air purifier* dan dengan *car air purifier* beraroma memiliki potensi dalam mempengaruhi tingkat kelelahan mental pengemudi.

4.4 Hasil Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Mengemudi

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran peformansi pengemudi pada 20 responden dengan empat perlakuan dengan cara menghitung jumlah kesalahan atau kesalahan lalu lintas yang dilakukan oleh responden pada saat aktivitas mengemudi. Kesalahan mengemudi yang digunakan yaitu mengacu pada pedoman lalu lintas mengemudi normal (Brodeur et al., 2021) berikut hasil rekapitulasi jumlah kesalahan responden pada saat aktivitas mengemudi dengan empat perlakuan yang diberikan:

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Pertama

NO	Jenis Kesalahan	Responden Ke-																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Kecelakaan	0	5	5	4	3	1	4	1	3	2	1	0	0	3	2	0	0	0	0	4
2	Tidak menyalakan lampu sein kiri saat masuk jalur.	2	3	2	3	1	1	2	2	1	1	0	1	2	0	0	3	2	1	1	2
3	Tidak menyalakan lampu sein Kanan saat masuk jalur.	0	1	2	2	2	0	0	1	1	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0
4	Tidak menyalakan lampu sein kiri saat melakukan perpindahan jalur.	3	8	3	5	3	4	6	0	4	3	5	4	3	6	4	3	5	8	3	1
5	Tidak menyalakan lampu sein kanan saat melakukan perpindahan jalur.	3	7	3	4	3	3	9	1	3	4	3	4	5	8	6	3	1	5	4	7
6	Berkendara melebihi batas kecepatan yang telah ditentukan	3	4	3	3	6	5	6	5	4	7	10	8	4	6	5	6	4	3	5	7
7	Melintasi garis jalan hingga memasuki jalur yang berlawanan arah	0	4	2	4	3	5	4	0	4	1	1	0	5	1	0	0	2	1		1

NO	Jenis Kesalahan	Responden Ke-																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	Berhenti atau menepi di tepi jalan tanpa mengaktifkan lampu sein	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	Melanggar hak prioritas kendaraan lain di persimpangan	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1	0
10	Mengemudi melawan arah arus lalu lintas.	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
11	Tidak mengalah pada pejalan kaki	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	1	0	0	3	0	0	1
12	Membahayakan orang yang mengemudi baik dari arah yang sama maupun berlawanan	2	1	2	2	1	0	2	1	1	1	2	0	1	0	0	1	0	1	1	1
13	Melanggar lampu merah	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	3	2	3	0	1	1	1	2
14	Tidak menyalakan lampu sein ketika keluar bundaran	2	0	1	2	1	0	0	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0
15	Tidak menggunakan seatbelt	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Gerakan mundur baik di jalan raya maupun di penyebrangan	0	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Total		17	33	24	28	26	19	35	12	28	21	26	26	19	34	22	17	19	21	18	26

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Kedua

NO	Jenis Kesalahan	Responden Ke-																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Kecelakaan	2	2	3	2	3	2	2	0	3	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0
2	Tidak menyalakan lampu sein kiri saat masuk jalur.	0	3	1	2	1	0	2	0	1	2	1	1	2	1	1	2	0	1	0	0
3	Tidak menyalakan lampu sein Kanan saat masuk jalur.	2	2	1	2	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	1	1	1	1	1	1
4	Tidak menyalakan lampu sein kiri saat melakukan perpindahan jalur.	3	2	3	3	5	4	1	1	3	3	2	5	4	4	3	0	1	3	2	0
5	Tidak menyalakan lampu sein kanan saat melakukan perpindahan jalur.	0	2	3	2	4	3	2	1	6	2	1	2	3	5	7	3	2	1	0	2
6	Berkendara melebihi batas kecepatan yang telah ditentukan	0	2	4	3	3	5	4	6	5	4	3	5	3	4	3	2	3	4	3	2
7	Melintasi garis jalan hingga memasuki jalur yang berlawanan arah	1	2	4	3	1	1	3	2	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4	2	1
8	Berhenti atau menepi di tepi jalan tanpa mengaktifkan lampu sein	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	2	3	0
9	Melanggar hak prioritas kendaraan lain di persimpangan	0	2	3	2	1	1	1	0	0	2	2	0	1	1	0	1	0	2	1	0
10	Mengemudi melawan arah arus lalu lintas.	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0
11	Tidak mengalah pada pejalan kaki	1	0	1	1	0	1	1	1	1	2	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
12	Membahayakan orang yang mengemudi baik dari arah yang sama maupun berlawanan	0	2	2	1	1	2	0	0	1	1	0	3	2	0	3	0	1	0	1	0

NO	Jenis Kesalahan	Responden Ke-																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
13	Melanggar lampu merah	0	0	2	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	3	0	2	1	1
14	Tidak menyalakan lampu sein ketika keluar bundaran	0	2	3	1	0	0	1	0	0	0	2	4	1	1	1	2	0		2	
15	Tidak menggunakan seatbelt	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Gerakan mundur baik di jalan raya maupun di penyebrangan	0	2	1	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1
Total		11	25	32	25	20	22	20	11	24	22	13	23	22	17	24	18	18	21	17	9

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Ketiga

NO	Jenis Kesalahan	Responden Ke-																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Kecelakaan	4	4	1	4	4	2	4	1	1	3	3	2	1	1	1	1	2	4	3	1
2	Tidak menyalakan lampu sein kiri saat masuk jalur.	3	2	0	2	3	2	3	3	1	3	2	1	3	1	0	2	1	1	2	1
3	Tidak menyalakan lampu sein Kanan saat masuk jalur.	3	1	0	2	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	2	0	0	1	1	1
4	Tidak menyalakan lampu sein kiri saat melakukan perpindahan jalur.	5	4	2	6	4	3	4	4	6	3	4	5	4	3	4	5	4	3	2	4
5	Tidak menyalakan lampu sein kanan saat melakukan perpindahan jalur.	4	3	2	4	5	4	6	2	6	4	6	5	4	2	5	4	6	3	4	2
6	Berkendara melebihi batas kecepatan yang telah ditentukan	0	2	2	4	7	5	5	8	3	4	6	7	5	4	6	5	4	7	5	6

NO	Jenis Kesalahan	Responden Ke-																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7	Melintasi garis jalan hingga memasuki jalur yang berlawanan arah	0	6	0	2	5	0	4	2	3	1	0	5	2	1	2	3	4		2	3
8	Berhenti atau menepi di tepi jalan tanpa mengaktifkan lampu sein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Melanggar hak prioritas kendaraan lain di persimpangan	1	2	0	2	0	0	1	2	0	0	2	0	2	1	2	0	3	2	4	4
10	Mengemudi melawan arah arus lalu lintas.	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
11	Tidak mengalah pada pejalan kaki	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	1	2	0	0	1	0	1	0	0	0
12	Membahayakan orang yang mengemudi baik dari arah yang sama maupun berlawanan	0	2	0	3	1	1	1	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	2	0
13	Melanggar lampu merah	0	2	1	1	2	0	0	1	1	1	0	2	1	0	1	1	1	0	1	3
14	Tidak menyalakan lampu sein ketika keluar bundaran	0	2	0	3	3	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	2	0	0	0
15	Tidak menggunakan seatbelt	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Gerakan mundur baik di jalan raya maupun di penyebrangan	0	2	0	0	2	1	3	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2	0	0	3
Total		17	33	8	34	38	19	35	29	23	25	26	30	23	17	25	23	31	24	27	18

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Jumlah Kesalahan Pengemudi Perlakuan Keempat

NO	Jenis Kesalahan	Responden Ke-																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Kecelakaan	5	2	2	3	1	3	3	1	3	3	1	3	2	2	0	2	0	2	3	3
2	Tidak menyalakan lampu sein kiri saat masuk jalur.	1	2	2	3	1	3	3	1	3	3	1	3	2	2	0	2	0	2	3	3
3	Tidak menyalakan lampu sein Kanan saat masuk jalur.	2	1	3	2	0	1	3	0	3	2	0	4	0	3	0	5	0	2	2	0
4	Tidak menyalakan lampu sein kiri saat melakukan perpindahan jalur.	2	1	0	1	1	0	2	2	1	1	1	1	0	1	0	0	2	0	3	1
5	Tidak menyalakan lampu sein kanan saat melakukan perpindahan jalur.	2	5	3	3	2	1	5	1	4	6	2	1	4	3	0	2	4	2	3	1
6	Berkendara melebihi batas kecepatan yang telah ditentukan	2	5	3	3	2	1	3	4	2	3	3	5	3	3	5	4	2	4	4	3
7	Melintasi garis jalan hingga memasuki jalur yang berlawanan arah	3	3	3	3	4	4	4	4	7	5	3	4	3	4	4	7	2	3	4	4
8	Berhenti atau menepi di tepi jalan tanpa mengaktifkan lampu sein	1	3	2	2	2	2	7	2	5	3	2	2	3	4	2	2	3	4	2	3
9	Melanggar hak prioritas kendaraan lain di persimpangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	Mengemudi melawan arah arus lalu lintas.	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
11	Tidak mengalah pada pejalan kaki	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1

NO	Jenis Kesalahan	Responden Ke-																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12	Membahayakan orang yang mengemudi baik dari arah yang sama maupun berlawanan	0	0	1	0	0	1	2	2	0	1	0	0	2	3	2	1	1	1	1	1
13	Melanggar lampu merah	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	2	1	2	0	1	0	0
14	Tidak menyalakan lampu sein ketika keluar bundaran	1	2	1	1	1	0	2	0	1	1	1	0	2	3	1	1	0	1	2	0
15	Tidak menggunakan seatbelt	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0
16	Gerakan mundur baik di jalan raya maupun di penyebrangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		26	25	20	21	15	17	35	17	32	28	16	23	23	30	15	29	18	21	25	17

Berdasarkan tabel performansi dapat diketahui terdapat 16 jenis kesalahan yang telah di rekap berdasarkan hasil *screen record* yang diperoleh pada aktivitas mengemudi pada setiap responden. Berikut merupakan tabel hasil rekapitulasi jumlah kesalahan mengemudi pada setiap perlakuan yang diberikan, yaitu perlakuan pertama tanpa *car air purifier*, perlakuan kedua yaitu dengan *car air purifier* beraroma lemon, perlakuan ketiga yaitu dengan *car air purifier* beraroma Lavender, dan perlakuan empat yaitu *car air purifier* beraroma peppermint.

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Data Kesalahan Mengemudi

Respon nden Ke-	Perlakuan			
	Tanpa <i>Car air purifier</i>	Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Lemon	Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Lavender	Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Peppermint
1	17	11	22	15
2	33	25	33	25
3	28	32	8	20
4	32	25	34	21
5	26	20	38	15
6	19	22	19	17
7	35	20	35	35
8	12	11	29	17
9	28	24	23	32
10	21	22	25	28
11	26	13	26	16
12	26	23	33	23
13	25	22	23	23
14	34	17	17	30
15	22	24	25	15
16	17	18	23	29
17	19	18	31	18
18	21	21	24	21
19	18	17	27	25
20	26	9	28	17
Total	485	394	523	442

Berdasarkan tabel rekapitulasi kesalahan responden pada setiap perlakuan, diketahui pada perlakuan pertama yaitu tanpa *car air purifier* sebanyak 485 kesalahan. Pada perlakuan kedua yaitu dengan *car air purifier* beraroma lemon diperoleh 394 kesalahan. Pada perlakuan ketiga yaitu dengan *car air purifier* beraroma lavender 523 kesalahan, dan pada perlakuan terakhir yaitu dengan menggunakan *car air purifier* beraroma peppermint

sebanyak 442 kesalahan. Sehingga diketahui secara urut kesalahan yang terkecil yaitu varian lemon, peppermint, tanpa *car air purifier* dan lavender.

4.5 Pengolahan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data pada data gelombang otak *alpha* dan data performansi pengemudi, dilakukan uji *Repeated measures anova* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan dari berbagai hasil pengukuran yang dilakukan secara berulang-ulang pada suatu variable penelitian. Tahapan uji *repeated measures anova* pada tahap awal dilakukan uji normalitas dari nilai *standardized residual* serta *output* SPSS yang muncul adalah *output* uji *repeated measures anova*.

4.5.1 Uji Normalitas Gelombang Alpha

Sebelum menggunakan analisis statistik parametrik seperti analisis varians (ANOVA) dan regresi, uji normalitas sangat penting. Uji normalitas dilakukan pada data untuk memenuhi asumsi dasar analisis yang akan dilakukan. Jika data berdistribusi normal, hasil analisis lebih dapat dipercaya dan lebih mudah diinterpretasikan. Jika data berdistribusi normal, peneliti harus mempertimbangkan untuk menggunakan metode statistik non parametrik atau melakukan transformasi data, dengan melakukan uji normalitas yang tepat, peneliti dapat menghindari kesalahan interpretasi data (Zulkifli et al., 2025). Uji normalitas dilakukan pada gelombang *alpha* untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak, uji normalitas yang digunakan yaitu jenis *Shapiro wilk*. Penggunaan *Shapiro wilk* dikarenakan data yang digunakan berjumlah sebanyak 20 replikasi dimana data yang digunakan kurang dari 30. Hipotesis yang digunakan pada uji normalitas sebagai berikut:

- a. H_0 : Data Berdistribusi Normal
Data berdistribusi normal jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga data berdistribusi normal.
- b. H_1 : Data Tidak Bersdistribusi Normal
Data tidak berdistribusi normal jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga data tidak berdistribusi normal.

Berikut merupakan hasil uji normalitas menggunakan *Software* SPSS:

Tabel 4. 10 Hasil Uji Normalitas Gelombang Otak Alpha

Uji Normalitas	Signifikansi	Nilai Kritis	Keterangan
Tanpa <i>Car air purifier</i>	0,182	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Lemon	0,340	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Lavender	0,288	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Peppermint	0,067	0,05	Data berdistribusi normal

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil *output test* SPSS yang berupa *test of normality* ada gelombang *alpha* di empat perlakuan berdistribusi normal. Keputusan tersebut dibuktikan bahwa hasil signifikansi yang diperoleh pada setiap perlakuan dengan nilai Sig. > 0,05. Pada perlakuan pertama yaitu tanpa *car air purifier* diketahui bahwa nilai Sig.> 0,05 yaitu sebesar 0,182. Pada perlakuan kedua yaitu dengan *car air purifier* aroma lemon diketahui nilai Sig. > 0,05 yaitu sebesar 0, 0,340. Pada perlakuan ketiga yaitu dengan *car air purifier* aroma lavender diketahui nilai Sig. > 0,05 yaitu sebesar 0,288. Dan pada perlakuan terakhir yaitu dengan *car air purifier* aroma peppermint diketahui nilai Sig. > 0,05 yaitu 0,067. Pada empat perlakuan yang dilakukan diketahui bahwa H_0 diterima sehingga memiliki arti data berdistribusi normal. Dengan demikian, analisis data untuk penelitian ini dapat dilakukan dengan metode uji *statistic* selanjutnya.

4.5.2 Uji Repeated Measures Anova Pada Gelombang Alpha

Uji *repeated measures anova* diperoleh dari hasil *output* uji *statistic* yang dilakukan, berikut merupakan *output* Uji *Repeated measures anova* pada gelombang *alpha*:

a. Output Within Subject Factors

Berikut merupakan *output* uji *repeated measures anova* berupa *Within Subject Factors*.

Tabel 4. 11 Output Within Subject Factors

Within-Subjects Faktors	
Measure: Alpha	
Faktor1	Dependend Variabel
1	Perlakuan_1
2	Perlakuan_2
3	Perlakuan_3
4	Perlakuan_4

Berdasarkan tabel *output* diatas diketahui bahwa terdapat variabel *alpha* dalam empat perlakuan atau pengukuran yang berbeda.

b. *Output Mauchly's Test of Sphericity*

Sphericity adalah asumsi bahwa varians dari selisih antar semua pasangan kondisi atau perlakuan adalah sama, sedangkan *Mauchly's Test* adalah uji *statistic* untuk melakukan pengecekan apakah uji *Sphericity* terpenuhi atau tidak dengan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Asumsi *Sphericity* Terpenuhi
Asumsi *Sphericity* terpenuhi jika nilai signifikansi Sig. > 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga varians selisih antar perlakuan adalah sama (*homogen*).
- H_1 : Asumsi *Sphericity* Tidak Terpenuhi
Asumsi *Sphericity* tidak terpenuhi jika nilai signifikansi Sig. $\leq$ 0,05, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga varians selisih antar perlakuan tidak sama dan diperlukan koreksi *Greenhouse-Geisser* atau *Huynh-Feldt*.

Tabel 4. 12 Output Mauchly's Test of Sphericity

Mauchly's Test of Sphericity^a							
<i>Measure: Alpha</i>							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Greenhouse-Geisser	Epsilon ^b Huynh-Feldt	Lower-bound
Factor1	0,735	5,467	5	0,362	0,815	0,944	0,333

Berdasarkan tabel *output* uji *sphericity* diatas diketahui nilai Sig. sebesar 0,362 dimana $> 0,05$, maka diketahui keputusannya yaitu H_0 diterima dan H_1 ditolak, dimana varians selisih antar perlakuan adalah sama (*homogen*).

c. *Output Test of Within-Subjects Effect*

Test of Within-Subjects Effect bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata-rata signifikan antar kondisi atau perlakuan pada objek yang sama, dengan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata aktivitas gelombang *alpha* pada setiap perlakuan

Data dinyatakan tidak terdapat perbedaan rata-rata gelombang *alpha* pada setiap perlakuan jika nilai Sig. $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga perlakuan tidak memiliki pengaruh terhadap rata-rata gelombang *alpha*

- H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata aktivitas gelombang *alpha* pada setiap perlakuan

Data dinyatakan terdapat perbedaan rata rata gelombang *alpha* pada setiap perlakuan jika nilai Sig. $\leq 0,05$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga perlakuan memiliki pengaruh terhadap rata-rata gelombang *alpha*.

Tabel 4. 13 *Output Test of Within-Subjects Effect*

<i>Test of Within-Subjects Effect</i>							
<i>Measure: Alpha</i>							
<i>Source</i>		<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squares</i>
<i>Factor1</i>	<i>Sphericity Assumen</i>	0.035	3	0.012	1.568	0.207	0.076
	<i>Greenhouse-Geiser</i>	0.035	2.445	0.014	1.568	0.216	0.076
	<i>Huynh-Feldt</i>	0.035	2.833	0.012	1.568	0.210	0.076
	<i>Lower-bound</i>	0.035	1.000	0.035	1.568	0.226	0.076
<i>Error (Factor1)</i>	<i>Sphericity Assumen</i>	0.427	57	0.007			

<i>Test of Within-Subjects Effect</i>						
<i>Measure: Alpha</i>						
<i>Source</i>		<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
	<i>Greenhouse-Geiser</i>	0.427	46.460	0.009		
	<i>Huynh-Feldt</i>	0.427	53.834	0.008		
	<i>Lower-bound</i>	0.427	19.000	0.022		

Berdasarkan tabel *output Test of Within-Subjects Effect*, dimana pada uji *mauchly's* bahwa diperoleh nilai Sig. 0,362 dimana $> 0,05$, sehingga asumsi *Sphericity* terpenuhi. Oleh karena itu, pengambilan keputusan pada *output Test of Within-Subjects Effect* mengacu pada baris *Sphericity assumed*. Hasil uji menunjukkan nilai F sebesar 1.568 dengan nilai Sig. $> 0,05$ yaitu 0,207. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata gelombang *alpha* pada setiap perlakuan yang dilakukan. Oleh karena itu H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diuji belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan aktivitas rata-rata gelombang otak *alpha*.

Nilai *partial Eta Squared* pada uji yang dilakukan diperoleh hasil sebesar 0,076, dimana hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh atau kontribusi sebesar 7.6% terhadap variasi perubahan rata-rata aktivitas gelombang *alpha*.

4.5.3 Uji Normalitas Pada Gelombang *Theta*

Uji normalitas dilakukan pada gelombang *theta* untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak, uji normalitas yang digunakan yaitu jenis *Shapiro wilk*. Penggunaan *Shapiro wilk* dikarenakan data yang digunakan berjumlah sebanyak 20 replikasi dimana data yang digunakan kurang dari 30. Hipotesis yang digunakan pada uji normalitas sebagai berikut:

- a. H_0 : Data Berdistribusi Normal

Data berdistribusi normal jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga data berdistribusi normal.

- b. H_1 : Data Tidak Bersdistribusi Normal

Data tidak berdistribusi normal jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga data tidak berdistribusi normal.

Berikut merupakan hasil uji normalitas menggunakan *Software SPSS*:

Tabel 4. 14 Uji Normalitas Gelombang *Theta*

Uji Normalitas	Signifikansi	Nilai Kritis	Keterangan
Tanpa <i>Car air purifier</i>	0,144	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Lemon	0,257	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Lavender	0,247	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Peppermint	0,529	0,05	Data berdistribusi normal

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil *output test SPSS* yang berupa *test of normality* pada gelombang *theta* di empat perlakuan berdistribusi normal. Keputusan tersebut dibuktikan bahwa hasil signifikansi yang diperoleh pada setiap perlakuan dengan nilai Sig. $> 0,05$. Pada perlakuan pertama yaitu tanpa *car air purifier* diketahui bahwa nilai Sig. $> 0,05$ yaitu sebesar 0,144. Pada perlakuan kedua yaitu dengan *car air purifier* aroma lemon diketahui nilai Sig. $> 0,05$ yaitu sebesar 0,257. Pada perlakuan ketiga yaitu dengan *car air purifier* aroma lavender diketahui nilai Sig. $> 0,05$ yaitu sebesar 0,247. Dan pada perlakuan terakhir yaitu dengan *car air purifier* aroma peppermint diketahui nilai Sig. $> 0,05$ yaitu 0,529. Pada empat perlakuan yang dilakukan diketahui bahwa H_0 diterima sehingga memiliki arti data berdistribusi normal. Dengan demikian, analisis data untuk penelitian ini dapat dilakukan dengan metode uji *statistic* selanjutnya.

4.5.4 Uji *Repeated Measures Anova* Pada Gelombang *Theta*

Uji *repeated measures anova* diperoleh dari hasil *output* uji *statistic* yang dilakukan, berikut merupakan *output* uji *Repeated measures anova* pada performansi pengemudi:

a. *Output Within Subject Factors*

Berikut merupakan *output* uji *repeated measures anova* berupa *Within Subject Factors*.

Tabel 4. 15 Output Within Subject Factors

Within-Subjects Faktors	
Measure: Theta	
Faktor1	Dependend Variabel
1	Kesalahan_Perlakuan_1
2	Kesalahan_Perlakuan_2
3	Kesalahan_Perlakuan_3
4	Kesalahan_Perlakuan_4

Berdasarkan tabel *output* diatas diketahui bahwa terdapat variabel performansi dalam empat perlakuan atau pengukuran yang berbeda.

b. *Output Mauchly's Test of Sphericity*

Sphericity adalah asumsi bahwa varians dari selisih antar semua pasangan kondisi atau perlakuan adalah sama, sedangkan *Mauchly's Test* adalah uji *statistic* untuk melakukan pengecekan apakah uji *Sphericity* terpenuhi atau tidak dengan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Asumsi *Sphericity* Terpenuhi
Asumsi *Sphericity* terpenuhi jika nilai signifikansi Sig. > 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga varians selisih antar perlakuan adalah sama (*homogen*).
- H_1 : Asumsi *Sphericity* Tidak Terpenuhi
Asumsi *Sphericity* tidak terpenuhi jika nilai signifikansi Sig. $\leq$ 0,05, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga varians selisih antar perlakuan tidak sama dan diperlukan koreksi *Greenhouse-Geisser* atau *Huynh-Feldt*.

Tabel 4. 16 Output *Mauchly's Test of Sphericity*

Mauchly's Test of Sphericity^a							
Measure: Alpha							
Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi- Square	df	Sig.	Greenhouse- Geisser	Epsilon ^b Huynh- Feldt	Lower- bound
Factor1	0,426	15,104	5	0.010	0,682	0,765	0,333

Berdasarkan tabel *output* uji *Sphericity* diatas diketahui nilai Sig. sebesar 0,010 Sig. $\leq 0,05$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga varians selisih antar perlakuan tidak sama dan diperlukan koreksi *Greenhouse-Geisser* atau *Huynh-Feldt*.

c. *Output Test of Within-Subjects Effect*

Test of Within-Subjects Effect bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata-rata signifikan antar kondisi atau perlakuan pada objek yang sama, dengan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata aktivitas gelombang *theta* pada setiap perlakuan

Data dinyatakan tidak terdapat perbedaan rata-rata gelombang *theta* pada setiap perlakuan jika nilai Sig. $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga perlakuan tidak memiliki pengaruh terhadap rata-rata gelombang *theta*.

- H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata aktivitas gelombang *theta* pada setiap perlakuan

Data dinyatakan terdapat perbedaan rata rata gelombang *theta* pada setiap perlakuan jika nilai Sig. $\leq 0,05$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga perlakuan memiliki pengaruh terhadap rata-rata gelombang *theta*.

Tabel 4. 17 *Test of Within-Subjects Effect*

<i>Test of Within-Subjects Effect</i>							
<i>Measure: Theta</i>							
<i>Source</i>		<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squares</i>
<i>Factor1</i>	<i>Sphericity Assumen</i>	0.069	3	0..23	0.556	0.646	0.028
	<i>Greenhouse-Geiser</i>	0.069	2.046	0.034	0.556	0.582	0.028
	<i>Huynh-Feldt</i>	0.069	2.296	0.030	0.556	0.601	0.028
	<i>Lower-bound</i>	0.069	1.000	0.069	0.556	0.465	0.028
<i>Error (Factor1)</i>	<i>Sphericity Assumen</i>	2.365	57	0.041			
	<i>Greenhouse-Geiser</i>	2.365	38.872	0.061			

<i>Test of Within-Subjects Effect</i>						
<i>Measure: Theta</i>						
<i>Source</i>		<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
	<i>Huynh-Feldt</i>	2.365	43.615	0.054		
	<i>Lower-bound</i>	2.365	19.000	0.124		

Berdasarkan tabel *output Test of Within-Subjects Effect*, dimana pada uji *mauchly's* bahwa diperoleh nilai Sig. sebesar 0,010 Sig. $\leq 0,05$, maka H₁ diterima dan H₀ ditolak, sehingga varians selisih antar perlakuan tidak sama dan diperlukan koreksi *Greenhouse-Geisser*. Oleh karena itu, pengambilan keputusan pada *output Test of Within-Subjects Effect* mengacu pada baris *Greenhouse-Geisser*. Hasil uji menunjukkan nilai F sebesar 0.556 dengan nilai Sig. $> 0,05$ yaitu 0,582. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata gelombang *theta* pada setiap perlakuan yang dilakukan. Oleh karena itu H₀ diterima dan H₁ ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diuji belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan aktivitas rata-rata gelombang otak *alpha*.

Nilai *partial Eta Squared* pada uji yang dilakukan diperoleh hasil sebesar 0,028, dimana hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh atau kontribusi sebesar 2.8% terhadap variasi perubahan rata-rata aktivitas gelombang *theta*.

4.5.5 Uji Normalitas Pada Performansi Pengemudi

Uji normalitas dilakukan pada performansi pengemudi yang berupa data kesalahan pengemudi dimana untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak, uji normalitas yang digunakan yaitu jenis *shapiro wilk*. Penggunaan *shapiro wilk* dikarenakan data yang digunakan berjumlah sebanyak 20 replikasi dimana data yang digunakan kurang dari 30. Hipotesis yang digunakan pada uji normalitas sebagai berikut:

- H₀ : Data Berdistribusi Normal
Data berdistribusi normal jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka H₀ diterima dan H₁ ditolak, sehingga data berdistribusi normal.
- H₁ : Data Tidak Bersdistribusi Normal

Data tidak berdistribusi normal jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga data tidak berdistribusi normal.

Berikut merupakan hasil uji normalitas menggunakan *Software SPSS*:

Tabel 4. 18 Hasil Uji Normalitas Performansi

Uji Normalitas	Signifikansi	Nilai Kritis	Keterangan
Tanpa <i>Car air purifier</i>	0,622	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Lemon	0,468	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Lavender	0,557	0,05	Data berdistribusi normal
Dengan <i>Car air purifier</i> Aroma Peppermint	0,099	0,05	Data berdistribusi normal

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil *output test SPSS* yang berupa *test of normality* pada performansi pengemudi di empat perlakuan berdistribusi normal. Keputusan tersebut dibuktikan bahwa hasil signifikansi yang diperoleh pada setiap perlakuan dengan nilai Sig. $> 0,05$. Pada perlakuan pertama yaitu tanpa *car air purifier* diketahui bahwa nilai Sig. $> 0,05$ yaitu sebesar 0,622. Pada perlakuan kedua yaitu dengan *car air purifier* aroma lemon diketahui nilai Sig. $> 0,05$ yaitu sebesar 0,468. Pada perlakuan ketiga yaitu dengan *car air purifier* aroma lavender diketahui nilai Sig. $> 0,05$ yaitu sebesar 0,557. Dan pada perlakuan terakhir yaitu dengan *car air purifier* aroma peppermint diketahui nilai Sig. $> 0,05$ yaitu 0,099. Pada empat perlakuan yang dilakukan diketahui bahwa H_0 diterima sehingga memiliki arti data berdistribusi normal. Dengan demikian, analisis data untuk penelitian ini dapat dilakukan dengan metode uji *statistic* selanjutnya.

4.5.6 Uji *Repeated measures anova* Pada Performansi Pengemudi

Uji *repeated measures anova* diperoleh dari hasil *output* uji *statistic* yang dilakukan, berikut merupakan *output* uji *Repeated measures anova* pada performansi pengemudi:

a. *Output Within Subject Factors*

Berikut merupakan *output* uji *repeated measures anova* berupa *Within Subject Factors*.

Tabel 4. 19 *Output Within Subject Factors*

<i>Within-Subjects Faktors</i>	
<i>Measure: Performansi Pengemudi</i>	
Faktor1	Dependend Variabel
1	Kesalahan_Perlakuan_1
2	Kesalahan_Perlakuan_2
3	Kesalahan_Perlakuan_3
4	Kesalahan_Perlakuan_4

Berdasarkan tabel *output* diatas diketahui bahwa terdapat variabel performansi dalam empat perlakuan atau pengukuran yang berbeda.

b. *Output Mauchly's Test of Sphericity*

Sphericity adalah asumsi bahwa varians dari selisih antar semua pasangan kondisi atau perlakuan adalah sama, sedangkan *Mauchly's Test* adalah uji *statistic* untuk melakukan pengecekan apakah uji *Sphericity* terpenuhi atau tidak dengan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Asumsi *Sphericity* Terpenuhi
Asumsi *Sphericity* terpenuhi jika nilai signifikansi Sig. $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga varians selisih antar perlakuan adalah sama (*homogen*).
- H_1 : Asumsi *Sphericity* Tidak Terpenuhi
Asumsi *Sphericity* tidak terpenuhi jika nilai signifikansi Sig. $\leq 0,05$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga varians selisih antar perlakuan tidak sama dan diperlukan koreksi *Greenhouse-Geisser* atau *Huynh-Feldt*.

Tabel 4. 20 *Mauchly's Test of Sphericity*

<i>Mauchly's Test of Sphericity^a</i>							
<i>Measure: Performansi Pengemudi</i>							
<i>Within Subjects Effect</i>	<i>Mauchly's W</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Greenhouse-Geisser</i>	<i>Epsilon^b Huynh-Feldt</i>	<i>Lower-bound</i>
<i>Factor1</i>	0.742	5.296	5	0.381	0.824	0.957	0,333

Berdasarkan tabel *output* uji *sphericity* diatas diketahui nilai Sig. sebesar 0.381 dimana $> 0,05$, maka diketahui keputusannya yaitu H_0 diterima dan H_1 ditolak, dimana varians selisih antar perlakuan adalah sama (*homogen*).

c. *Output Test of Within-Subjects Effect*

Test of Within-Subjects Effect bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata-rata signifikan antar kondisi atau perlakuan pada objek yang sama, dengan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan tingkat kesalahan atau performansi pengemudi pada setiap perlakuan

Data dinyatakan tidak terdapat perbedaan tingkat kesalahan atau performansi pengemudi pada setiap perlakuan jika nilai Sig. $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga perlakuan tidak memiliki pengaruh terhadap tingkat kesalahan atau performansi pengemudi.

- H_1 : Terdapat perbedaan tingkat kesalahan atau performansi pengemudi pada setiap perlakuan.

Data dinyatakan terdapat perbedaan tingkat kesalahan atau performansi pengemudi pada setiap perlakuan jika nilai Sig. $\leq 0,05$, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga perlakuan memiliki pengaruh terhadap tingkat kesalahan atau performansi pengemudi.

Tabel 4. 21 *Test of Within-Subjects Effect*

<i>Test of Within-Subjects Effect</i>							
<i>Measure: Performansi Pengemudi</i>							
<i>Source</i>		<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squares</i>
<i>Factor1</i>	<i>Sphericity Assumen</i>	463.500	3	154.500	4.644	0.006	0.196
	<i>Greenhouse- Geiser</i>	463.500	2.473	187.425	4.644	0.010	0.196
	<i>Huynh-Feldt</i>	463.500	2.872	161.405	4.644	0.006	0.196
	<i>Lower- bound</i>	463.500	1,000	463.500	4.644	0.044	0.196
<i>Error (Factor1)</i>	<i>Sphericity Assumen</i>	1896.500	57	33.272			

Test of Within-Subjects Effect						
<i>Measure: Performansi Pengemudi</i>						
<i>Source</i>		<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
	<i>Greenhouse-Geiser</i>	1896.500	46.987	40.362		
	<i>Huynh-Feldt</i>	1896.500	54.561	34.759		
	<i>Lower-bound</i>	1896.500	19.000	99.816		

Berdasarkan tabel *output Test of Within-Subjects Effect*, dimana pada uji *mauchly's* bahwa diperoleh nilai Sig. 0.381 dimana $> 0,05$, sehingga asumsi *Sphericity* terpenuhi. Oleh karena itu, pengambilan keputusan pada *output Test of Within-Subjects Effect* mengacu pada baris *sphericity assumed*. Hasil uji menunjukkan nilai F sebesar 4.644 dengan nilai Sig. $\leq 0,05$ yaitu 0.006. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Terdapat perbedaan tingkat kesalahan atau performansi pengemudi pada setiap perlakuan. Oleh karena itu H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diuji memberikan pengaruh yang signifikan terhadap performansi pengemudi.

Nilai *partial Eta Squared* pada uji yang dilakukan diperoleh hasil sebesar 0,156, dimana hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh atau kontribusi sebesar 15.6% terhadap variasi perubahan rata-rata aktivitas performansi mengemudi.

d. *Pairwise Comparisons*

Tabel 4. 22 *Pairwise Comparisons*

Pairwise Comparisons						
<i>Measure: Performansi</i>						
<i>(I)Faktor</i>	<i>(J) Faktor</i>	<i>Mean Difference (I-J)</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Sig.</i>	<i>95% Confidence Interval for Difference</i>	
					<i>Lower Bound</i>	<i>Upper Bound</i>
1	2	4.550	1.461	0.034	0.249	8.851

<i>Pairwise Comparisons</i>						
<i>Measure: Performansi</i>						
(I)Faktor	(J) Faktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
	3	-1.900	1.957	1.000	-7.662	3.862
	4	2.150	1.477	0.970	-2.197	6.497
2	1	-4.550	1.461	0.034	-8.851	-0.249
	3	-6.450	2.199	0.051	-12.923	0.023
	4	-2.400	1.607	0.910	-7.130	2.330
3	1	1.900	1.957	1.000	-3.862	7.662
	2	6.450	2.199	0.051	-0.023	12.923
	4	4.050	2.098	0.412	-.2127	10.227
4	1	-2.150	1.477	0.970	-6.497	2.197
	2	2.400	1.607	0.910	-2.330	7.130
	3	-4.050	2.098	0.412	-10.227	2.127

Berdasarkan tabel *output* perbandingan *pairwise* menunjukkan perbedaan rata-rata dalam performansi pengemudi pada setiap perlakuan yang diberikan. Angka 1 menunjukkan perlakuan pertama, angka 2 menunjukkan perlakuan kedua, angka 3 menunjukkan perlakuan ketiga dan angka 4 menunjukkan perlakuan ke empat. Berikut merupakan penjelasan perbandingan pada setiap perlakuan:

- a) Pada perlakuan pertama yang dibandingkan dengan perlakuan kedua, diperoleh nilai *mean difference* sebesar 4.450 dengan nilai signifikansi $0.034 \leq 0.05$, sehingga diketahui bahwa terdapat perbedaan performansi mengemudi antara perlakuan pertama dan perlakuan kedua. Nilai *mean difference* yang dihasilkan adalah positif hal ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata perlakuan pertama lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kedua. Performansi diukur melalui kesalahan mengemudi, maka perlakuan kedua diketahui memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan perlakuan pertama.

- b) Pada perlakuan pertama dan keempat menunjukkan nilai mean difference sebesar 2.150 dengan nilai signifikansi $0.970 > 0.05$, sehingga diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua perlakuan. Nilai *mean difference* yang dihasilkan adalah positif yang menandakan bahwa rata-rata kesalahan pada perlakuan pertama lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan keempat, namun perbedaan hasil tersebut tidak cukup kuat secara hasil statistik.
- c) Pada perlakuan ketiga dan perlakuan keempat menunjukkan nilai *mean difference* sebesar 4.050 dengan nilai signifikansi sebesar $0.970 > 0.05$, sehingga hasil tersebut menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua perlakuan tersebut. Nilai *mean difference* yang dihasilkan pada perlakuan ketiga menunjukkan hasil yang positif, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pada perlakuan ketiga lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan keempat, namun hal tersebut tidak signifikan secara uji *statistic*.

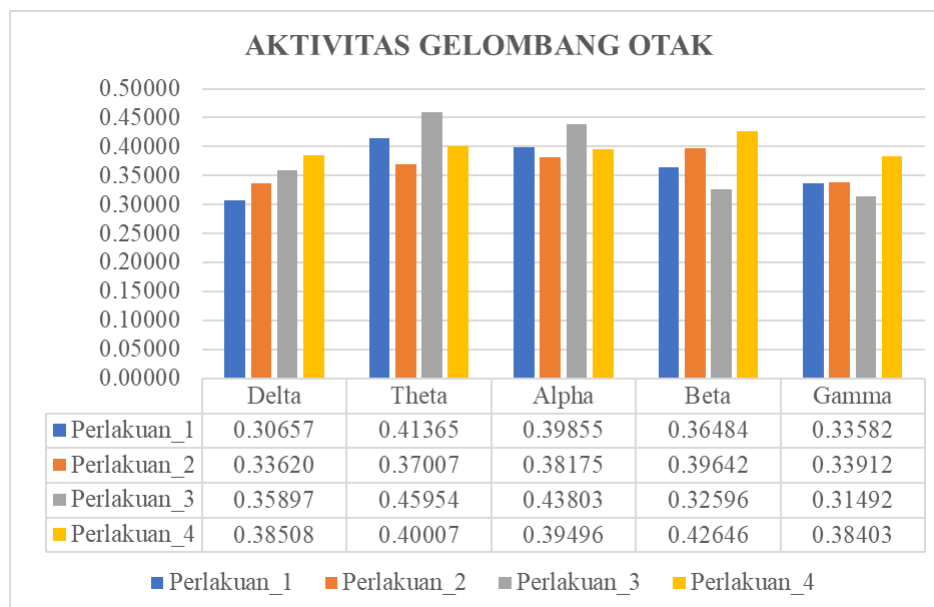
Berdasarkan hasil uji *statistic* yang telah dilakukan pada performansi mengemudi, diketahui urutan kesalahan terbanyak hingga paling sedikit yaitu pada perlakuan 3, perlakuan 1, perlakuan 4, dan perlakuan 2. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan kedua memberikan kondisi yang paling optimal bagi pengemudi mengendalikan kendaraan dan mengurangi kelelahan mental yang dialami.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Effect* Penggunaan Car Air Purifier Kelelahan Mental

Aktivitas gelombang otak pada penelitian merupakan salah satu acuan yang digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan mental pengemudi. Gelombang otak yang dihasilkan yaitu gelombang *delta*, *theta*, *alpha*, *beta* dan *gamma*. Pengukuran aktivitas gelombang otak ini dilakukan pada 20 responden dengan kriteria yaitu mahasiswa/mahasiswa yang sudah memiliki SIM A. Aktivitas mengemudi diberikan empat perlakuan, yaitu tanpa *car air purifier*, dengan *car air purifier* aroma lemon, peppermint, dan lavender. Berikut merupakan rata-rata gelombang otak yang dihasilkan dari aktivitas mengemudi.



Gambar 5. 1 Aktivitas Gelombang Otak

Pada Gambar diatas menunjukkan grafiik aktivitas gelombang otak dari setiap perlakuan yang dilakukan. Setiap perlakuan menunjukkan perbedaan nilai rata-rata untuk masing-masing jenis gelombang otak yaitu *detla*, *theta*, *alpha*, *beta*, dan *gamma*. Perbedaaan ini menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberikan respon gelombang otak yang berbeda pada responden saat mengemudi dengan driving simulator.

Pada gelombang otak *delta*, nilai rata-rata yang dihasilkan meningkat dari perlakuan pertama hingga perlakuan keempat. Pada perlakuan pertama diperoleh hasil

gelombang *delta* sebesar 0.30657 μV , pada perlakuan kedua diperoleh rata-rata *delta* sebesar 0.33620 μV , pada perlakuan ketiga diperoleh rata-rata gelombang *delta* sebesar 0.35897 μV , dan pada perlakuan keempat diperoleh rata-rata gelombang *delta* sebesar 0.38508 μV . Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa percobaan keempat menunjukkan nilai tertinggi, sedangkan percobaan pertama menunjukkan nilai rata-rata terendah. Gelombang otak yang dihasilkan pada setiap perlakuan mengalami peningkatan, secara urutan dari terendah yaitu tanpa perlakuan *car air purifier*, dengan *car air purifier* aroma lemon, dengan *car air purifier* aroma lavender dan dengan *car air purifier* aroma peppermint. Sehingga dapat diketahui dengan adanya perlakuan yang diberikan dapat meningkatkan gelombang otak *delta* dimana berkaitan dengan terjadinya tingkat kelelahan atau relaksasi selama proses mengemudi.

Pada gelombang *theta*, diketahui bahwa terjadi peningkatan secara signifikan, diketahui nilai rata-rata *theta* yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan yang diberikan yaitu gelombang *theta* tanpa *car air purifier* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.41365 μV , pada perlakuan dengan *car air purifier* aroma lemon diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.37938 μV , pada perlakuan dengan *car air purifier* aroma lavender diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.45954 μV , dan pada perlakuan dengan *car air purifier* aroma peppermint diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.40007 μV . Nilai rata-rata tertinggi dialami pada perlakuan ketiga yaitu pada perlakuan dengan *car air purifier* aroma lavender sedangkan nilai terendah yaitu pada perlakuan *car air purifier* aroma lemon. Gelombang *theta* merepresentasikan aktivitas gelombang otak atau kondisi setengah sadar atau bermimpi dan kondisi ketegangan emosional. Semakin meningkat gelombang *theta* maka menurunnya tingkat kewaspadaan dan meningkatnya kelelahan mental yang dialami. Dalam hal ini, pada perlakuan kedua dapat membantu mempertahankan stabilitas gelombang otak, sedangkan peningkatan aktivitas gelombang *theta* mengindikasikan adanya perubahan kondisi emosional yang mempengaruhi performansi mengemudi.

Pada gelombang *alpha* diketahui nilai rata-rata pada setiap perlakuan yang diberikan pada aktivitas mengemudi. Pada perlakuan pertama yaitu tanpa *car air purifier* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.39855 μV , pada perlakuan kedua dengan *car air purifier* aroma lemon diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.38175 μV , pada perlakuan ketiga dengan *car air purifier* aroma lavender diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.43803 μV , dan pada perlakuan keempat dengan *car air purifier* beraroma lavender diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.39496 μV . Gelombang *alpha* menunjukkan kondisi rileks atau kesadaran

yang santai tanpa adanya konsentrasi atau kelelahan mental. Semakin tinggi gelombang *alpha* maka kemungkinan individu berada pada kondisi rileks atau kesadaran yang santai tanpa konsentrasi yang tinggi akan semakin besar. Kondisi mengemudi disertai dengan adanya distraksi berupa aroma dapat menurunkan gelombang *alpha*, yang menunjukkan tingkat kondisi rileks mengemudi berkurang dan pengemudi cenderung mengalami kondisi kewaspadaan atau konsentrasi dalam merespon rangsangan dari lingkungan berkendara.

Pada gelombang *beta*, diperoleh nilai rata-rata aktivitas gelombang otak pada setiap perlakuan yang diberikan. Pada perlakuan pertama tanpa *car air purifier* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.364836 μV , pada perlakuan kedua dengan *car air purifier* aroma lemon 0.396418 μV , pada perlakuan ketiga dengan *car air purifier* aroma lavender diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.325956 μV , dan pada perlakuan ke empat dengan *car air purifier* beraroma peppermint diperoleh rata-rata nilai sebesar 0.426458 μV . Gelombang *beta* berkaitan dengan aktivitas berpikir, aktif, perhatian dan konsentrasi. Nilai *beta* yang tinggi menunjukkan bahwa responden berada dalam kondisi kewaspadaan dan fokus selama melakukan aktivitas mengemudi.

Pada gelombang *gamma* diperoleh nilai rata-rata pada setiap perlakuan yang diberikan. Pada perlakuan pertama tanpa *car air purifier* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.335825 μV . Pada perlakuan kedua dengan *car air purifier* aroma lemon diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.339121 μV . Pada perlakuan ketiga yaitu dengan *car air purifier* aroma lavender diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.314920 μV , dan perlakuan ke empat dengan *car air purifier* aroma lavender diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.384034 μV . Gelombang *gamma* menunjukkan hubungan dengan aktivitas memproses informasi, dimana merepresntasikan perhatian, persepsi dan kognitif yang semakin meningkat.

Berikut merupakan analisis hasil uji statistik pada gelombang otak *alpha* dan *theta* pada setiap perlakuan yang diberikan:

1. Analisis Gelombang Otak *Alpha* Pengemudi

Pada gelombang otak *alpha* dilakukan uji *repeated measures anova*, dengan hasil uji menunjukkan nilai F sebesar 1.568 dengan nilai Sig. > 0,05 yaitu 0,207. Hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak dengan kesimpulan tidak terdapat perbedaan rata-rata aktivitas gelombang otak *alpha* pada setiap perlakuan.

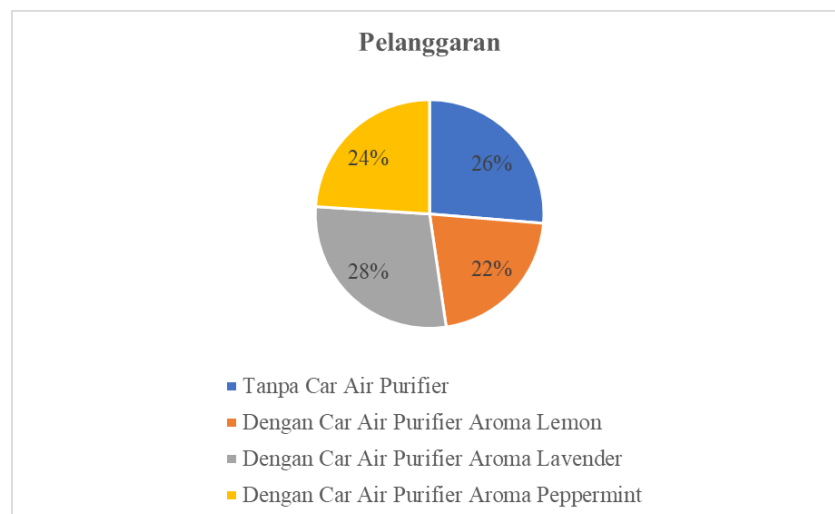
2. Analisis Gelombang Otak *Theta* Pengemudi

Pada gelombang otak *alpha* dilakukan uji *repeated measures anova*, dengan hasil uji menunjukkan nilai F sebesar 0.556 dengan nilai Sig. > 0,05 yaitu 0,0.582. Hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak dengan kesimpulan tidak terdapat perbedaan rata-rata aktivitas gelombang otak *theta* pada setiap perlakuan.

Hasil penelitian ini memiliki kesesuaian dengan penelitian (Nugroho, 2022) dan (Indrawan, 2021) yang menunjukkan bahwa penggunaan aroma di dalam kendaraan belum tentu memberikan perubahan signifikan terhadap aktivitas gelombang otak pengemudi.

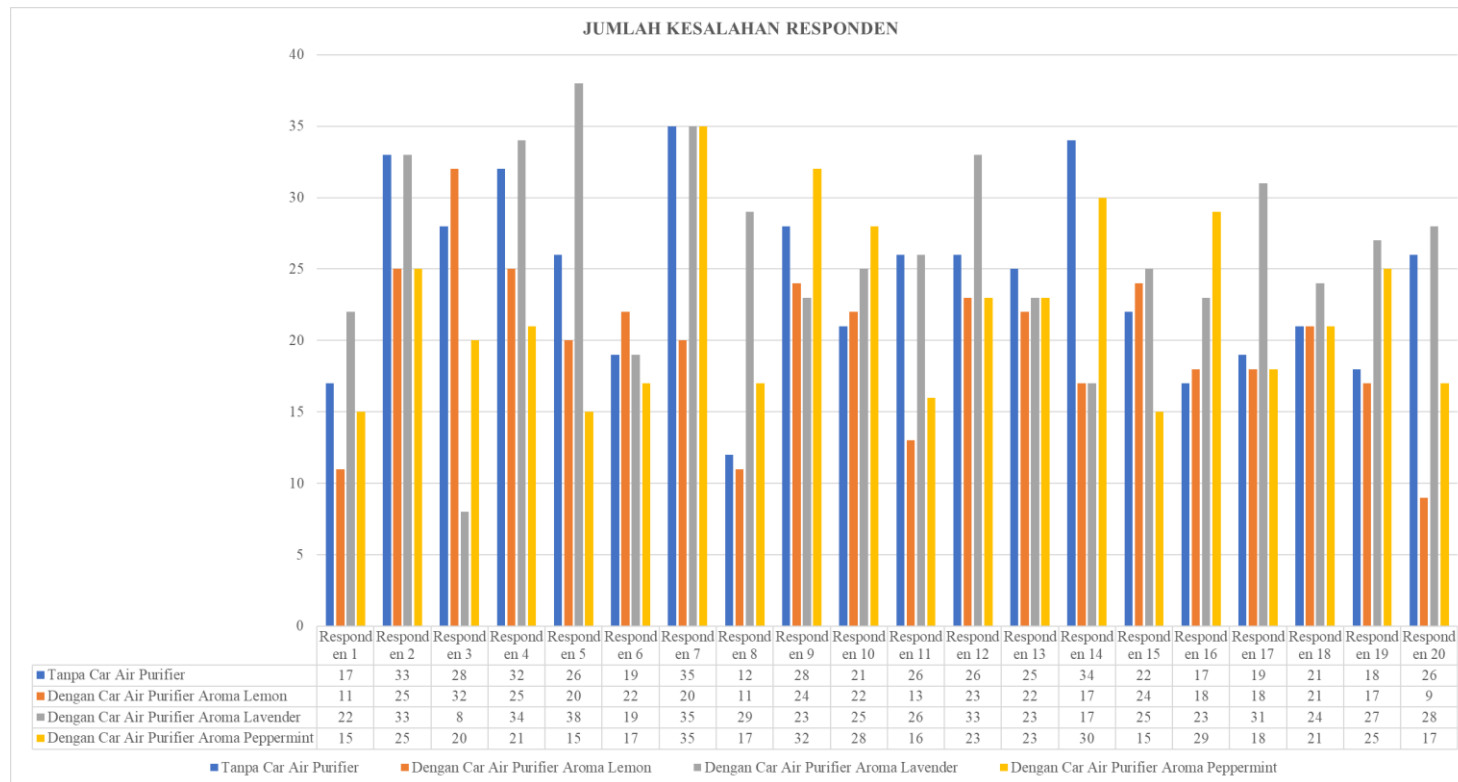
5.2 Analisis *Effect* Penggunaan *Car Air Purifier* Terhadap Performansi

Menghitung jumlah kesalahan pengemudi adalah cara untuk mengukur performa pengemudi. Ini dilakukan dengan menghitung total kesalahan lalu lintas yang dilakukan oleh responden saat mengemudi menggunakan *software City Car Driving*, yang menggunakan simulasi berkendara. Rata-rata jumlah kesalahan responden Ketika mengemudi berdasarkan 4 perlakuan yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. 2 Diagram Perbandingan Kesalahan Mengemudi

Berdasarkan Grafik 5. 2 diatas diketahui jika presentase jumlah kesalahan mengemudi pada perlakuan pertama yaitu tanpa *car air purifier* sebesar 26%, pada perlakuan kedua dengan *car air purifier* aroma lemon 22%, pada perlakuan tiga dengan *car air purifier* lavender sebesar 28%, dan pada perlakuan keempat dengan *car air purifier* aroma peppermint sebesar 24%. Jumlah kesalahan mengemudi yang dilakukan oleh masing-masing responden dapat dilihat dengan gambar sebagai berikut:



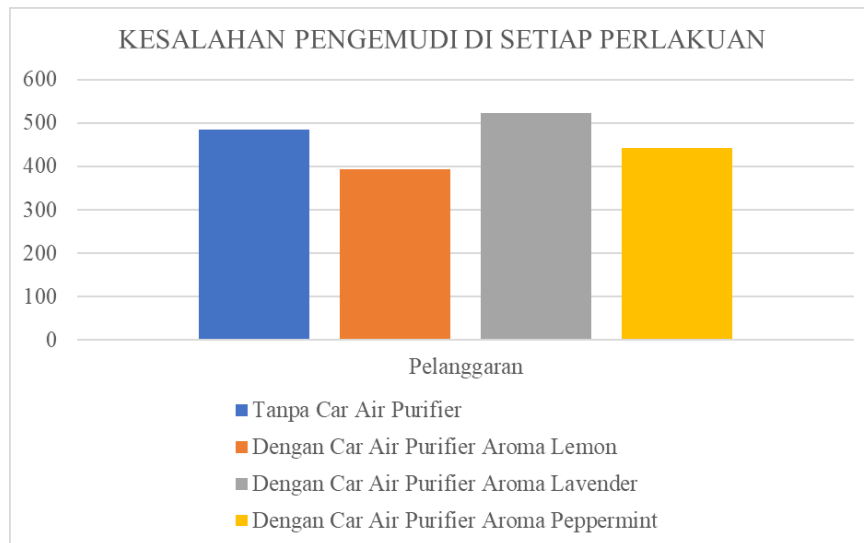
Gambar 5. 3 Grafik Jumlah Kesalahan Setiap Responden

Grafik Jumlah Kesalahan Pengemudi menunjukkan perbandingan jumlah kesalahan dari dua puluh responden pada empat kondisi perlakuan yang terdiri dari perlakuan tanpa *car air purifier*, *car air purifier* dengan aroma lemon, *car air purifier* aroma lavender, dan *car air purifier* dengan

aroma peppermint. Secara umum, beberapa responden menunjukkan jumlah kesalahan yang cukup tinggi selama perlakuan dengan *car air purifier* aroma lavender misalnya, responden 5 menunjukkan 38 kesalahan.

Jumlah kesalahan pengemudi dengan perlakuan tanpa *car air purifier* dengan kesalahan tertinggi terjadi pada responden 14 dengan jumlah kesalahan sebanyak 34 kesalahan, dan kesalahan terkecil terjadi pada responden ke 8 dengan jumlah kesalahan sebanyak 12. Pada perlakuan kedua yaitu penggunaan *car air purifier* aroma lemon diketahui jumlah kesalahan tertinggi terjadi pada responden ke 3 dengan jumlah kesalahan sebanyak 32 kesalahan, dan kesalahan terkecil terjadi pada responden ke 20 dengan kesalahan sebanyak 9 kesalahan. Pada perlakuan ketiga yaitu penggunaan *car air purifier* aroma lavender diketahui kesalahan tertinggi terjadi pada responden ke 5 dengan jumlah kesalahan sebanyak 38, dan kesalahan terkecil terjadi pada responden ke 3 dengan 8 kesalahan. Pada perlakuan keempat penggunaan *car air purifier* aroma peppermint diketahui jumlah kesalahan tertinggi terjadi pada responden responden ke 7 dengan jumlah kesalahan sebanyak 35, dan jumlah kesalahan terkecil terjadi pada responden 1, 5, dan 15 dengan jumlah kesalahan sebanyak 15.

Secara keseluruhan, hasil grafik menunjukkan bahwa penggunaan *car air purifier* dengan aroma tertentu dapat memengaruhi performa pengemudi. Aroma lemon dan cenderung membantu menurunkan jumlah kesalahan, yang mengindikasikan penurunan kelelahan mental atau peningkatan tingkat fokus berkendara, sedangkan aroma lavender pada penelitian ini justru menunjukkan jumlah kesalahan yang relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Terkait jumlah kesalahan yang dilakukan pengemudi pada setiap perlakuan dapat di lihat pada Grafik berikut:



Gambar 5. 4 Grafik Rekapitulasi Kesalahan Pengemudi Di Setiap Perlakuan

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui jumlah kesalahan pengemudi pada setiap perlakuan. Pada perlakuan pertama tanpa *car air purifier* diperoleh jumlah kesalahan mengemudi sebanyak 485 kesalahan, pada perlakuan kedua dengan *car air purifier* aroma lemon dengan kesalahan sebesar 394, pada perlakuan ketiga dengan *car air purifier* aroma lavender sebesar 523 kesalahan, dan pada perlakuan keempat dengan *car air purifier* aroma peppermint sebesar 442 kesalahan.

Hasil uji pada performansi pengemudi menunjukkan nilai F sebesar 4.644 dengan nilai Sig. $\leq 0,05$ yaitu 0.006. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Terdapat perbedaan tingkat kesalahan atau performansi pengemudi pada setiap perlakuan. Oleh karena itu H_1 diterima dan H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diuji memberikan pengaruh yang signifikan terhadap performansi pengemudi. Karena pada uji *Test of Within-Subjects Effect* H_1 diterima dan H_0 ditolak maka akan dilanjutkan dengan uji *Pairwise Comparisons*.

Berdasarkan uji *Pairwise Comparisons* dengan *output* perbandingan *paiwise* menunjukkan perbedaan rata-rata dalam performansi pengemudi pada setiap perlakuan yang diberikan. Berdasarkan hasil uji *statistic* yang telah dilakukan pada performansi mengemudi, diketahui urutan kesalahan terbanyak hingga paling sedikit yaitu pada perlakuan 3, perlakuan 1, perlakuan 4, dan perlakuan 2. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan kedua memberikan kondisi yang paling optimal bagi pengemudi mengendalikan kendaraan dan mengurangi kelelahan mental yang dialami.

5.3 Analisis Keseluruhan

Berdasarkan hasil keseluruhan data yang telah diolah dan melakukan pengukuran aktivitas gelombang otak dapat diketahui bahwa semakin tinggi gelombang otak *alpha* maka semakin tinggi tingkat relaksasi yang dialami oleh pengemudi, dan semakin tinggi gelombang *theta* yang dihasilkan maka semakin tinggi tingkat kelelahan mental yang dialami (Pradeep Kumar et al., 2021). Meningkatnya gelombang otak yang dialami responden maka dapat mempengaruhi tingkat performansi atau jumlah kesalahan yang dilakukan oleh pengemudi. Pengukuran tingkat gelombang otak dan performansi mengemudi dinilai pada saat responden melakukan aktivitas mengemudi dengan diberikan empat perlakuan yaitu tanpa *car air purifier* dan *car air purifier* aroma lemon, lavender dan peppermint.

Hasil uji statistik yang dilakukan pada gelombang otak *alpha* dan *theta*, diketahui bahwa penggunaan *car air purifier* beraroma tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kelelahan mental pengemudi. Kondisi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti durasi paparan penggunaan aroma yang relatif singkat atau hanya selama 10 menit, penggunaan satu tingkat kecepatan *car air purifier* (*Hight*) sehingga intensitas penyebaran aroma yang diterima responden cenderung konstan, sehingga perubahan kondisi mental berdasarkan aktivitas gelombang otak belum terlihat secara signifikan.

Hasil yang diperoleh pada perlakuan terhadap performansi pengemudi diketahui bahwa tingkat kesalahan pengemudi tertinggi dialami pada perlakuan ketiga yaitu dengan *car air purifier* aroma lavender dengan persentase sebanyak 28%, kesalahan tertinggi kedua terjadi pada perlakuan pertama yaitu tanpa *car air purifier* dengan persentase sebesar 26%, kesalahan tertinggi ketiga terjadi pada perlakuan ke empat yaitu dengan *car air purifier* aroma peppermint sebesar 24%, dan perlakuan dengan tingkat kesalahan terkecil terjadi pada perlakuan kedua dengan *car air purifier* aroma lemon sebesar 22%.

Berdasarkan jumlah kesalahan pengemudi pada perlakuan ketiga secara signifikan mempengaruhi bahwa pengharum varian lavender memberikan aroma relaksasi terhadap pengemudi, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Li et al., 2024) yang menyebutkan bahwa varian lavender memberikan relaksasi, namun pada penelitian yang dilakukan terjadi jumlah kesalahan tertinggi sehingga mengindikasikan kondisi relaksasi berlebihan dan mengalami penurunan kewaspadaan atau kelelahan mental. Kondisi ini menyebabkan menurunnya perhatian atau tingkat fokus dan meningkatkan risiko kesalahan mengemudi. Sebaliknya aroma lemon mampu

menahan peningkatan kesalahan mengemudi karena tingkat kesalahan terkecil, hasil ini menunjukkan kondisi kewaspadaan optimal selama mengemudi. Aroma peppermint juga memberikan efek positif namun tidak seefektif lemon dalam menjaga kestabilan kondisi mengemudi, sementara itu pada perlakuan tanpa *car air purifier* beraroma cenderung menyebabkan kesalahan tertinggi kedua akibat monotonnya lingkungan berkendara.

Berdasarkan jumlah kesalahan atau performansi menemudi diketahui bahwa jenis aroma yang digunakan memiliki pengaruh terhadap performansi pengemudi, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Nugroho, 2022) dan (Indrawan, 2021), meskipun pada penelitian ini menggunakan jenis aroma yang berbeda dibandingkan pada penelitian sebelumnya, namun aroma memiliki pengaruh terhadap performansi baik dalam meningkatkan kewaspadaan, emosi, kelelahan, dan relaksasi. Perbedaan jenis aroma yang digunakan untuk mengetahui efek apa yang ditimbulkan, seperti adanya peningkatan kewaspadaan, relaksasi, namun tidak adanya pengaruh terhadap kondisi kognitif atau mental pengemudi. Oleh karena itu, meskipun jenis pengharum yang digunakan berbeda dapat disimpulkan bahwa pengharum mobil memberikan pengaruh terhadap performansi pengemudi.

Berdasarkan pembahasan diatas, diketahui bahwa aroma tidak memberikan efek terhadap kondisi kognitif, namun memberikan efek terhadap performansi pengemudi. Aroma lemon memberikan efek peningkatan kewaspadaan pengemudi, aroma peppermint cenderung memberikan peningkatan kewaspadaan, sedangkan aroma lavender memberikan efek relaksasi yang berlebihan.

Rekomendasi yang diberikan berdasarkan hasil analisis gelombang otak dan performa mengemudi berupa penggunaan aroma yang mampu menekan peningkatan gelombang *theta* dan *alpha* seperti penggunaan aroma lemon. Aroma tersebut terbukti memberikan dampak positif kepada pengemudi yaitu mampu meningkatkan kewaspadaan dan menurunkan tingkat kesalahan selama melakukan aktivitas mengemudi. Sebaliknya penggunaan aroma lavender tidak direkomendasikan karena memberikan dampak *negative* berupa penurunan tingkat kewaspadaan dan meningkatkan risiko kecelakaan. Oleh karena itu, pemilihan aroma menjadi salah satu faktor penting dalam menjaga keselamatan dan performa mengemudi.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai jawaban dari tujuan penelitian yang telah ditetapkan, dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji statistik dengan menggunakan uji *repeated measures anova* pada gelombang otak *alpha* dan *theta* dengan perlakuan tanpa *car air purifier* dan menggunakan *car air purifier* aroma lemon, lavender dan peppermint diketahui tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak memberikan *effect* terhadap kondisi kelelahan mental pengemudi.
2. Hasil pengujian terhadap performansi mengemudi menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan *car air purifier* tanpa aroma dan *car air purifier* beraroma memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kesalahan mengemudi. Perlakuan menggunakan aroma lemon menghasilkan performansi terbaik dengan tingkat kesalahan paling rendah, diikuti oleh aroma peppermint. Sementara itu, perlakuan tanpa menggunakan *car air purifier* beraroma menunjukkan jumlah kesalahan yang relatif lebih tinggi, sedangkan penggunaan aroma lavender menghasilkan tingkat kesalahan tertinggi dan menunjukkan performansi mengemudi yang paling rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan aroma tertentu dapat memberikan pengaruh terhadap performansi pengemudi selama berkendara.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dapat dijadikan sebagai referensi dalam penggunaan *driving simulator* dan *Muse Electroencephalography (EEG) Headband* untuk menganalisis aktivitas gelombang otak pengemudi, khususnya pada penelitian yang berfokus pada kondisi kelelahan mental dan performansi mengemudi. Namun, penelitian yang dilakukan masih memiliki beberapa keterbatasan yang dapat memengaruhi hasil penelitian. Keterbatasan tersebut meliputi durasi pengujian yang relatif singkat, jumlah dan variasi sampel yang masih terbatas pada rentang usia tertentu, serta kondisi *layout* dan

lingkungan pengambilan data yang belum sepenuhnya optimal. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan satu tingkat kecepatan pada *car air purifier (Hight)*, sehingga intensitas penyebaran aroma yang diterima responden cenderung konstan dan belum dapat menunjukkan perbedaan efek aroma pada tingkat hembusan udara yang berbeda.

2. Pada proses pengambilan data EEG juga masih ditemukan beberapa kendala berupa *human error*, seperti responden terlalu sering berkedip, menunduk, dan melakukan pergerakan berlebihan selama eksperimen berlangsung sehingga memengaruhi kualitas sinyal EEG yang diperoleh, diperlukan pengondisian lingkungan eksperimen yang lebih optimal dan pemberian reminder secara langsung kepada responden selama pengambilan data agar dapat meminimalkan pergerakan berlebihan yang berpotensi mengganggu hasil perekaman EEG.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, D. F. (2022). *Analisis Pengaruh Mendengarkan Podcast Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan Driving Simulator Dan Muse Brain Sensing Headband*. 9, 356–363.
- Achmad, S. M. S., Malika, A. L. T., Atmoko, I. D., & Rahayu, S. (2024). APUSPO (Automatic Air Purifier Smart Pot) Pemanfaatan Lidah Mertua dalam Monitoring Udara dengan Penambahan Konsep Self Watering. *Jurnal Integrasi Sains Dan Qur'an (JISQu)*, 3(02), 333–339.
- Brodeur, M., Ruer, P., Léger, P.-M., & Senecal, S. (2021). Smartwatches are more distracting than mobile phones while driving: Results from an experimental study. *Accident Analysis & Prevention*, 149, 105846.
- Cynthia. (2021). Mikro Ergonomi Vs Makro Ergonomi. In *Ergonomi merupakan ilmu terapan yang menjelaskan interaksi antara manusia dengan tempat kerjanya. Menurut Satalaksana (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>
- Embui, Y., Djurumana, Y., & Salawaney, A. V. (2025). *Analisis Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Supir Angkutan Antar Kota Dalam Provinsi (AKDP) Seram Tahun 2024*. 15.
- 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>
- Gerhana, B. (2021). *Analisis Pengaruh Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan Driving Simulator Dan Galvanic Skin Response*.
- Hartanto, B. D. (2020). Pengaruh Mengemudi Malam dan Kondisi Jalan Monoton Terhadap Tingkat Kelelahan Pengemudi dan Implikasinya Pada Kecelakaan. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 21(2), 117–124.
- Hutabarat, Y. (2017). Dasar Dasar Pengetahuan Ergonomi. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- Indrawan, V. (2021). *Analisis Pengaruh Pengharum Mobil Terhadap Performansi Pengemudi Menggunakan Driving Simulator dan Muse Brain Sensing Headband*. Universitas Islam Indonesia.
- 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.
- Kurniawan, R. A. J. I. (2020). *Pembuatan Gel Pengharum Aroma Kopi Berbasis Kappa Carrageenan, Xanthan Gum, Dan Agar Agar Dengan Penambahan Minyak Nilam*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Li, T., Sun, H., Wang, M., Dai, W., & Qian, X. (2024). An Empirical Study on the Effect of Blended Scents in Driving Environments From a Neuro-Cognitive Perspective. *Brain and Behavior*, 14(10), e70082.
- Masniar, M., Histiari, A. R., & Pangestu, D. A. B. (2022). Analisa Beban Kerja Mental Menggunakan Metode Nasa-Tlx Pada Bagian Operator. *Metode: Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 11–20.

- Murti, B. B. (2021). Rancang Bangun Sistem Pemonitor Gelombang Otak Nirkabel Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, Dan Elektronika Terapan*, 2(2).
- Nagano, K., Kinoshita, F., & Touyama, H. (2022). *Quantitative Evaluation of Post-Lunch Dip Using Event-Related Potential*. 67–73. <https://doi.org/10.20965/jaciii.2022.p0067>
- Nugroho, B. W. (2022). *Analisis Pengaruh Pengharum Mobil menggunakan Driving Simulator dan MUSE Head Band*.
- Ossai, B. N., Sharif, M. S., Fu, C., Moncy, J. C., Murali, A., & Alblehai, F. (2024). Classifying 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.
- Parwata, I. M. Y. (2015). Kelelahan dan recovery dalam olahraga. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 1(1), 2–13.
- Pradana, M. F., & Intari, D. E. (2019). Analisa kecelakaan lalu lintas dan faktor penyebabnya di Jalan Raya Cilegon. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 4(2), 165–175.
- 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*.
- Pritasari, N. F., Parhusip, H. A., & Susanto, B. (2013). Anova Untuk Analisis Rata-Rata Respon Mahasiswa Kelas Listening. *Prosiding SNMPM Universitas Sebelas Maret*, 2, 233–315.
- 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(8), 1093.
- 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>
- 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.
- Salsabila, A. (2025). *Analisis Tingkat Stres dengan menggunakan Electroencephalography pada Pengemudi Mobil*. Universitas Islam Indonesia.
- Sari, F. P., Ramadani, M., & Fahriati, A. R. (2022). Analisis Beban Kerja Metode Cardiovascular Load dengan Kelelahan Kerja. *Journal of Midwifery Care*, 2(02), 122–132.
- Satiarida, A. (2019). Hubungan stres berkendara dengan perilaku mengemudi berisiko pada pengendara sepeda motor di kota Bandung. *Prosiding Psikologi*.
- Sekarwati, K. A., Putri, D. K., & ... (2020). Kajian Literatur Driving Simulator dalam Berbagai Domain. ... *Teknik Elektro UIN ...*, November 2019, 203–210.
- 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>
- Taufan, M., & Hartawan, L. (2022). Pengembangan Driving Simulator Menggunakan Sistem Kontrol Berbasis Arduino. *E-Proceeding FTI*.
- Waldani, D. (2020). Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) Dengan Kelelahan Pada Pengemudi Bus Cv. Po Safa Marwa Sungai Penuh 2019. *Ensiklopedia of Journal*, 2(3), 231–238.
- Wang, X., Yang, Q., Zhai, Y., Niu, H., & Wang, X. (2023). Effect s of vehicle air temperature on drivers' cognitive abilities based on EEG. *Sustainability*, 15(2), 1673.
- Zulkifli, A., Gusniati, J., Zulefni, M. S., & Afendi, R. A. (2025). dengan Tutorial uji normalitas dan menggunakan aplikasi SPSS uji homogenitas. 1(2), 55–68.

FileHomeInsertPage LayoutFormulasDataReviewViewDeveloperHelp

Cut

Copy

Paste

Format Painter

Clipboard

Calibri11

B I U

Font

Wrap Text

Align Center

Alignment

General

%

Number

Conditional Formatting

Format as Table

Styles

Cell Styles

Insert

Delete

Format

Cells

AutoSum

Fill

Clear

Find & Select

Sort & Filter

Editing

A1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
TimeStamp	Delta_T	Delta_A	Delta_F	Delta_E	Delta_T1	Delta_T	Delta_F	Delta_E	Delta_T1	Delta_T	Delta_F	Delta_E	Delta_T1	Delta_T	Delta_F	Delta_E	Delta_T1	Delta_T	Delta_F	Delta_E	Delta_T1	Delta_T	Delta_F	Delta_E	Delta_T1
22:41.9	0.476109	1.234666	0.805985	0.580793	-0.03868	0.11865	0.546348	0.10835	0.768212	0.712496	0.754778	0.552572	0.540438	0.283061	0.702837	0.623965	0.354134	0.270431	0.435622	0.735785	767.5824	785.3113	73	72	
22:43.0	0.476109	1.234666	0.805985	0.580793	-0.03868	0.11865	0.546348	0.10835	0.768212	0.712496	0.754778	0.552572	0.540438	0.283061	0.702837	0.623965	0.354134	0.270431	0.435622	0.735785	917.0696	852.6007	7	7	
22:44.0	0.476109	1.234666	0.805985	0.580793	-0.03868	0.11865	0.546348	0.10835	0.768212	0.712496	0.754778	0.552572	0.540438	0.283061	0.702837	0.623965	0.354134	0.270431	0.435622	0.735785	883.2235	809.8901	81	81	
22:45.0	0.476109	1.234666	0.805985	0.580793	-0.03868	0.11865	0.546348	0.10835	0.768212	0.712496	0.754778	0.552572	0.540438	0.283061	0.702837	0.623965	0.354134	0.270431	0.435622	0.735785	740.5861	788.1319	71	71	
22:46.0	0.476109	0.861037	0.805985	0.580793	-0.03868	0.621339	0.546348	0.10835	0.768212	0.745509	0.754778	0.552572	0.540438	0.319719	0.702837	0.623965	0.354134	0.270431	0.435622	0.735785	791.582	792.5641	72	72	
22:47.0	0.476109	1.002394	0.805985	0.580793	-0.03868	0.663237	0.546348	0.10835	0.768212	0.745509	0.754778	0.552572	0.540438	0.319719	0.702837	0.623965	0.354134	0.208034	0.435622	0.735785	830.8425	808.6813	81	81	
22:48.0	0.476109	0.963883	0.805985	0.580793	-0.03868	0.707039	0.546348	0.10835	0.768212	0.752689	0.754778	0.552572	0.540438	0.697346	0.702837	0.623965	0.354134	0.418788	0.35622	0.735785	942.8571	810.293	72	72	
22:49.0	0.476109	0.851938	0.805985	0.580793	-0.03868	0.755248	0.546348	0.10835	0.768212	0.756578	0.754778	0.552572	0.540438	0.663054	0.702837	0.623965	0.354134	0.390405	0.435622	0.735785	706.337	774.4323	73	73	
22:50.0	0.476109	0.746773	0.805985	0.580793	-0.03868	0.696491	0.546348	0.10835	0.768212	0.736336	0.754778	0.552572	0.540438	0.815075	0.702837	0.623965	0.354134	0.331464	0.435622	0.735785	857.8388	797.3993	74	74	
22:51.0	0.476109	0.832304	0.805985	0.580793	-0.03868	0.623087	0.497978	0.10835	0.768212	0.781429	0.754778	0.552572	0.540438	0.242224	0.702837	0.623965	0.354134	0.12444	-0.4629	0.735785	780.5752	784.908	78	78	
22:52.0	0.476109	1.274893	0.861354	0.580793	-0.03868	0.669417	0.718184	0.10835	0.768212	0.803710	0.543411	0.552572	0.540438	0.373311	0.702837	0.623965	0.354134	0.292294	0.2999	0.735785	930.3663	825.60			

Lampiran 2. Data Responden

KUESIONER TA (Responses) ☆ 📁 🌐

File Edit View Insert Format Data Tools Extensions Help

100% 123 Roboto 10 B I A

G17 Ya

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Score	Nama	Usia	Jenis Kelamin	Kepemilikan SIM A	Kedaaan Sehat Jasmani dan Rohani			
2		Afiana Saputri	21	Perempuan	Ada	Ya			
3		Zahara Intan Wigantie	21	Perempuan	Ada	Ya			
4		Vina Kumala	21	Perempuan	Ada	Ya			
5		Pradita Nur Maulidina	21	Perempuan	Ada	Ya			
6		Tiffaturizki Utami	21	Perempuan	Ada	Ya			
7		Vidya Moura	21	Perempuan	Ada	Ya			
8		Ratri Ayu Permata Sari	21	Perempuan	Ada	Ya			
9		Jihan Felisha	20	Perempuan	Ada	Ya			
10		Raudatul Salsabila	19	Perempuan	Ada	Ya			
11		Dinda Meilia Rhepon	21	Perempuan	Ada	Ya			
12		Fathan Anwar	21	Laki-Laki	Ada	Ya			
13		Daffa Alamsyah	21	Perempuan	Ada	Ya			
14		M. Rifki	21	Laki-Laki	Ada	Ya			
15		Demas Rakha Freeporta	21	Laki-Laki	Ada	Ya			
16		Gerren Satrio Haryudho	20	Laki-Laki	Ada	Ya			

+ Form Responses 1

Lampiran 3. Pengambilan Data



