

Perancangan Sistem Pendeteksi *Microsleep* Untuk Peringatan Kelelahan Pada Pengemudi Kendaraan

1st Salman Arya Khan

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

salmanaryakhan@telkomuniversity.ac.id

2nd Husneni Mukhtar

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

husnenimukhtar@telkomuniversity.ac.id

3rd Brahmantya Aji Pramudita

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

brahmantyaajip@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia sangatlah tinggi. Penyumbang angka kecelakaan tertinggi diakibatkan oleh faktor manusia, yaitu 60% dari total kecelakaan lalu lintas. Dari faktor manusia tersebut setengahnya disebabkan oleh kondisi pengemudi yang mengantuk saat berkendara. Kondisi mengantuk ini dalam istilah ilmiahnya disebut *microsleep*. Untuk mengatasi kecelakaan lalu lintas yang diakibatkan oleh *microsleep*, maka pada tugas akhir ini penulis akan membuat sebuah alat yang dapat mendeteksi *microsleep* pada pengendara dengan memanfaatkan sinyal *attention* dan *meditation* beserta notifikasi peringatan kelelahan berupa nada ringtone yang dikirimkan ke *handphone* pengendara jika pengendara mengalami kondisi *microsleep*. Pengujian ini dilakukan tiga tahap, pertama pengujian untuk menentukan nilai sinyal *attention* dan *meditation* saat *microsleep* dan dari pengujian didapatkan nilai *attention* ≤ 21 dan *meditation* ≥ 80 ketika *microsleep* terjadi. Kedua menguji keberhasilan pengiriman data dari mikrokontroler ke *handphone* yang dilakukan secara *real-time* sebanyak 30 kali. Ketiga menguji sistem secara keseluruhan yang dilakukan pengujian kepada tiga orang pengemudi yang masing-masing dilakukan pengujian selama 30 menit. Keberhasilan pengujian dilihat dari apakah alat dapat mendeteksi keadaan pengemudi sedang mengalami *microsleep* atau tidak.

Kata Kunci—*microsleep*, *elektroensefalogram*, peringatan, *handphone*, *real-time*, *attention*, *meditation*

I. PENDAHULUAN

Pengguna kendaraan bermotor sebagai alat transportasi dan pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia sama-sama memiliki angka yang tinggi. Pada tahun 2018 jumlah sepeda motor bertambah kurang lebih 8 juta unit dan mobil bertambah setidaknya 1 juta unit[1], sehingga jumlah kendaraan yang terdaftar di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 146.858.759 unit kendaraan[2]. Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mengakibatkan grafik kecelakaan kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Jumlah kecelakaan pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2018 meningkat dari 88.897 menjadi 107.968 kejadian[3]. Sebanyak 61% kecelakaan tersebut disebabkan oleh faktor manusia dan

Abstract—The number of traffic accidents in Indonesia is very high. The highest contributor to the number of accidents is caused by human factors, which is 60% of the total traffic accidents. Of the human factors, half are caused by the condition of the driver who is sleepy while driving. This sleepy condition in scientific terms is called *microsleep*. To overcome traffic accidents caused by *microsleep*, in this final project the author will create a tool that can detect *microsleep* in motorists by utilizing attention and meditation signals along with fatigue warning notifications in the form of ringtones that are sent to the driver's cellphone if the driver experiences a *microsleep* condition. This test was carried out in three stages, the first was a test to determine the value of attention and meditation signals during *microsleep*, and from the test, it was obtained that the attention score was 21 and meditation 80 when *microsleep* occurred. The second is to test the success of sending data from the microcontroller to the cellphone which is done in real-time 30 times. Third, testing the system as a whole was tested on three drivers, each of which was tested for 30 minutes. The success of the test is seen by whether the tool can detect the condition of the driver being in *microsleep* or not.

Keywords—*microsleep*, *elektroensefalogram*, warning, *handphone*, *real-time*, *attention*, *meditation*.

hampir setengah dari faktor manusia adalah karena mengantuk atau istilah ilmiahnya adalah *microsleep*[4].

Microsleep adalah kejadian tidur sementara yang mungkin berlangsung selama hitungan detik hingga 2 menit, dimana seseorang gagal atau tidak menghiraukan beberapa masukan sensorik yang masuk ke alam bawah sadarnya. Masukan sensorik tersebut seperti menguap berlebihan, badan tersentak, tidak mampu untuk menjaga mata agar tetap terbuka dan terus berkedip agar tetap terjaga[5][6]. *Microsleep* sering terjadi ketika seseorang melakukan suatu pekerjaan yang monoton, contohnya ketika menatap layar dalam waktu yang lama dan saat berkendara. Ketika seseorang mengalami *microsleep*, dia tidak akan menyadari bahwa dirinya dalam keadaan tertidur dan *microsleep* juga dapat terjadi dalam keadaan mata terbuka. Jika *microsleep* terjadi pada saat sedang berkendara, kendaraan

bermotor ini dapat membahayakan pengemudi tersebut maupun orang yang berada di sekitarnya[6].

Microsleep dapat diketahui dengan cara memanfaatkan sinyal EEG, karena sinyal EEG dapat diidentifikasi dan memiliki pola yang berbeda pada saat seseorang pada kondisi normal dan dalam keadaan mengantuk atau *microsleep*[7]. Pada penelitian sebelumnya, pemanfaatan EEG untuk mendeteksi *microsleep* menggunakan daya spektrum gelombang otak telah dilakukan menggunakan prinsip-prinsip Antarmuka Otak-Komputer (BCI), menggunakan 16-channel elektroda EEG dan menggunakan arduino uno sebagai *microcontroller*[8]. Namun, penggunaan *channel* yang banyak mengakibatkan tidak praktisnya penggunaan alat ini dan kurang nyaman menggunakan saat mengemudi.

Pada tugas akhir kali ini akan dibuat sebuah pendeteksi *microsleep* untuk peringatan kelelahan pada pengemudi kendaraan dengan memanfaatkan sinyal *ElectroEncephaloGraph* (EEG) yang menggunakan 1 *channel* elektroda EEG. Penelitian ini berguna untuk memperingatkan pengemudi jika mengalami *microsleep* melalui notifikasi berupa *ringtone* pada *handphone* pengemudi.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan penting yang dikerjakan. tahapan-tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur. Dalam hal ini mempelajari materi-materi yang berkaitan dengan *MindWave*, *microsleep*, *app development* serta *serial komunikasi bluetooth*. Sumber yang digunakan adalah jurnal, buku, dan beberapa *website* terpercaya
2. Konsultasi. Konsultasi dilakukan dengan mendiskusikan permasalahan-permasalahan yang dihadapi dalam menyusun tugas akhir ini kepada dosen pembimbing dan dosen lain.
3. Perancangan Model. Pada proses ini dilakukan perancangan desain dan juga penetapan posisi komponen penyusun.
4. Implementasi. perancangan sistem mekanika sesuai dengan perancangan desain dan analisis yang telah dibuat sebelumnya.
5. Analisis Hasil. Analisa terhadap kinerja sistem dengan melakukan pengujian untuk bentuk, warna, dan sistem komunikasi sebagai pembuktian mengenai teori-teori dan juga kualitas dari sistem yang dirancang.
6. Penyusunan Laporan. Proses ini merupakan penyusunan laporan dan dokumentasi tentang perancangan sistem, pencapaian kinerja sistem serta kesimpulan dari hasil yang didapatkan.

A. Microsleep

Microsleep adalah kejadian tidur sementara yang mungkin berlangsung selama hitungan detik hingga bisa mencapai 2 menit, dimana seseorang gagal atau tidak menghiraukan

beberapa masukan sensorik yang masuk ke alam bawah sadarnya, masukan sensorik tersebut seperti menguap berlebihan, badan tersentak, ketidakmampuan untuk menjaga mata agar tetap terbuka dan terus berkedip agar tetap terjaga[9]. *Microsleep* sering terjadi ketika seseorang melakukan suatu pekerjaan yang monoton contohnya ketika menatap layar dalam waktu yang lama dan saat berkendara. Ketika seseorang mengalami *microsleep* dia tidak akan menyadari bahwa dirinya dalam keadaan tertidur dan *microsleep* juga dapat terjadi dalam keadaan mata terbuka[6]. Pada alat ini seseorang dapat dikatakan mengalami *microsleep* jika terdeteksi sinyal delta dengan frekuensi di bawah 4 Hz.

B. Mindwave

Headset NeuroSky MindWave dirancang untuk mengidentifikasi dan memantau sinyal listrik yang dihasilkan oleh aktivitas saraf di otak. Ini melengkapi NeuroSky Headset MindSet yang dirilis tahun 2009 dan telah digunakan untuk meneliti ADHD, Alzheimer, dan Stres Kognitif. MindWave TM terdiri dari ikat kepala, penjepit telinga, dan lengan sensor yang berisi elektroda EEG yang bertumpu pada dahi di atas mata (posisi FP1, sesuai dengan sistem 10-20 American Electroencephalographic Society (1994) dari penempatan elektroda)[10].

C. Esense

eSense adalah algoritma yang dimiliki oleh Neurosky yang mengkarakterisasi kondisi mental, eSense di hitung dari teknologi penguatan raw data gelombang otak dan menghilangkan *noise* di sekitar beserta gerakan otot. algoritma eSense kemudian diterapkan ke sinyal yang tersisa, menghasilkan nilai eSense meter (tm) yang diinterpretasikan[11].

eSense meter (tm) adalah cara untuk menunjukkan seberapa efektif pengguna melibatkan *attention* yang diambil dari sinyal beta dan *meditation* yang diambil dari sinyal delta. *Attention eSense* mengindikasikan seseorang sedang berada di level "focus" atau konsentrasi yang tinggi, sedangkan *meditation eSense* didapat saat seseorang sedang berada pada posisi *relax*. Kondisi *focus* dan *rilex* dinilai berdasarkan kondisi mental seseorang dengan mengukur sinyal misalnya delta, alpha atau beta

D. CONFUSION MATRIX

Confusion Matrix adalah pengukuran untuk masalah klasifikasi dimana keluaran dapat berupa dua kelas atau lebih. Dengan 4 kombinasi berbeda dari nilai prediksi dan nilai aktual. Ada empat istilah yang merupakan representasi hasil proses klasifikasi pada *confusion matrix* yaitu *True Positif*, *True Negatif*, *False Positif*, dan *False Negatif*[12].

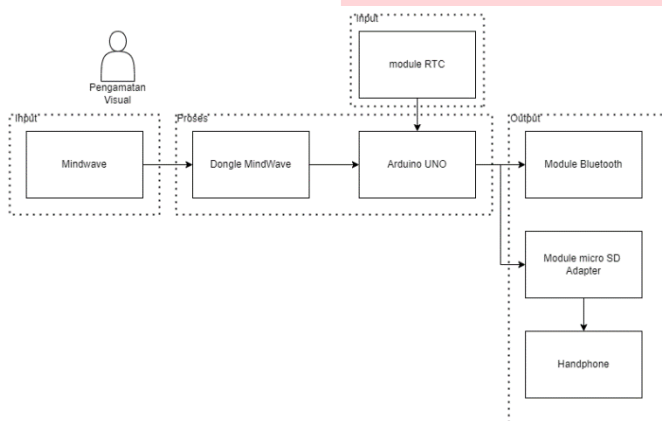
Dengan *confusion matrix* kita dapat menentukan sensitifitas, kekhususan, presisi, dan akurasi. Pada penelitian ini hanya menggunakan untuk menentukan akurasi dari alat, dengan persamaan sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{P + N} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Persamaan ini akan di gunakan untuk menghitung nilai akurasi hasil penelitian[12].

E. Perancangan Sistem

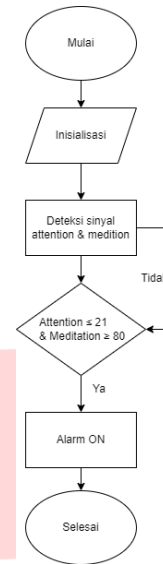
Pembuatan perangkat keras merupakan hal yang sangat penting dalam tugas akhir ini. Karena dengan adanya perangkat keras maka tujuan yang ingin dicapai akan terpenuhi. Berikut gambaran blok diagram sistem dari alat yang akan dibuat. Gambar 1 merupakan blok diagram sistem yang menjelaskan alat yang akan di buat pada tugas akhir ini.



GAMBAR 1 Perancangan umum

Gambar 1 menunjukkan diagram fungsi sistem dimana pengujian melakukan pengamatan pada partisipan. Sensor MindWave menjadi *input* dari sinyal EEG, dan modul RTC DS3231 sebagai penunjuk waktu yang selanjutnya sinyal EEG akan di proses oleh dongle MindWave berserta Arduino UNO, di Arduino UNO data di klasifikasikan berdasarkan parameter *microsleep*. *Output* disini berupa peringatan melalui *handphone* setelah menerima data dari Arduino UNO yang dikirim melalui modul Bluetooth HC-05, Data *output* juga akan di simpan ke mikro SD.

F. Flowchart



GAMBAR 2 Flowchart Keseluruhan

Pada Gambar 2 merupakan diagram alir sistem deteksi *microsleep*, sensor MindWave yang di kenakan dengan elektroda menempel pada kening akan menangkap sinyal bioelektrik yang dihasilkan oleh otak, selanjutnya akan di kirimkan ke dongle MindWave yang di teruskan ke mikrokontroler untuk pengolahan sinyalnya. Jika sinyal yang diterima memenuhi parameter *attention* ≤ 21 dan *meditation* ≥ 80 , maka mikrokontroler akan mengirimkan perintah melalui modul *bluetooth* untuk mengirim data hasil deteksi *microsleep* ke *handphone*. Lalu *handphone* akan berbunyi serta mengeluarkan getaran sebagai peringatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

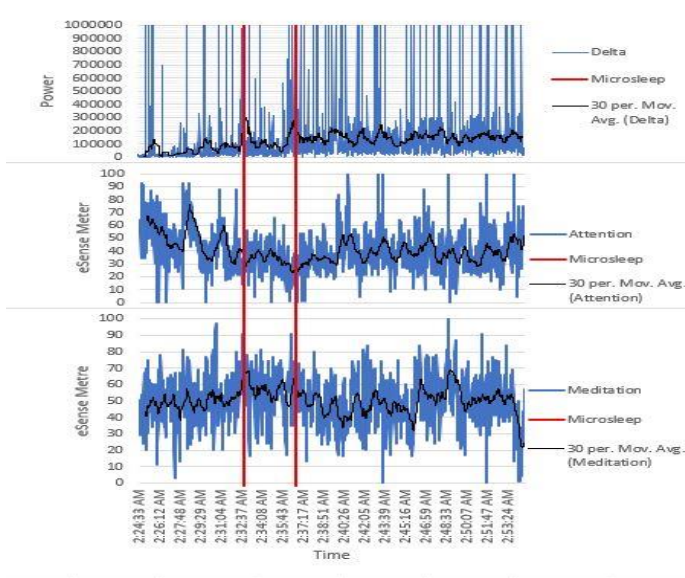
A. Pengambilan data Microsleep

Hasil dan Analisis :

Grafik yang akan ditampilkan dibawah ini berdasarkan kondisi gelombang otak partisipan

1. Partisipan pertama

Pada partisipan pertama saat melakukan pengujian terjadi dua kali periode *microsleep*. Sehingga data pada partisipan pertama dapat dipastikan partisipan mengalami *microsleep*.



GAMBAR 4. 1 Grafik data sinyal partisipan pertama

Gambar 4.2 menunjukkan sinyal EEG dari partisipan pertama. sinyal delta di jadikan sebagai *ground truth*. Delta menjadi pembanding untuk sinyal *attention* dan sinyal *meditation*. Terlihat pada Gambar 4.1 *attention* sendiri mengalami penurunan dan untuk sinyal *meditation* sama seperti sinyal delta, sinyal *meditation* mengalami kenaikan saat *microsleep* terjadi. Dari dua *microsleep* yang terjadi sinyal delta mengalami kenaikan, yang di tandai dengan garis merah.

TABEL 4. 1 Waktu terjadinya Microsleep pertama pada partisipan pertama

Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Delta
2:32:35 AM	29	64	60116
2:32:36 AM	24	63	130408
2:32:37 AM	20	61	431910
2:32:38 AM	23	67	32507
2:32:39 AM	24	67	186349
2:32:40 AM	14	83	543985
2:32:41 AM	16	81	972693
2:32:42 AM	13	88	298905
2:32:43 AM	17	91	773590
2:32:44 AM	16	82	357375
2:32:45 AM	23	54	140666
2:32:46 AM	30	54	214957
2:32:47 AM	30	53	113453

2:32:48 AM	40	63	244690
2:32:49 AM	40	63	265202

Tabel 4.1 Menunjukkan terjadinya *microsleep* pertama, jika di amati pada sinyal delta mengalami kenaikan dan keadaan dalam delta dengan nilai tinggi bertahan selama 5 detik yang akhirnya turun. dengan nilai delta yang diatas 300000 ±1000. Jika sinyal *attention* dan *meditation* di dibandingkan dengan delta, pada sinyal *attention* cenderung menurun ketika mengalami *microsleep* dengan nilai dibawah 17 untuk sinyal *attention* dan sinyal *meditation* mengalami pengkatan dengan nilai yang paling kecil yaitu 81.

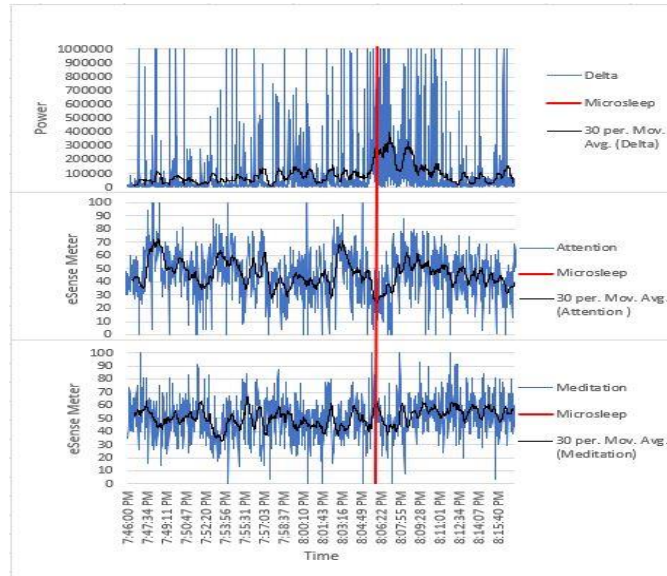
TABEL 4. 2 Waktu terjadinya Microsleep kedua pada partisipan pertama

Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Delta (Hz)
2:36:16 AM	27	68	89672
2:36:17 AM	30	57	33988
2:36:18 AM	26	66	1000000
2:36:19 AM	14	57	55183
2:36:20 AM	21	61	76897
2:36:21 AM	13	82	406005
2:36:22 AM	17	87	537274
2:36:23 AM	11	91	585851
2:36:24 AM	14	89	311852
2:36:25 AM	24	35	170422
2:36:26 AM	22	60	101945
2:36:27 AM	29	50	71831
2:36:28 AM	35	56	42334
2:36:29 AM	29	60	64702

Tabel 4.2 menunjukkan saat *microsleep* kedua terjadi pada partisipan pertama, jika di lihat dari sinyal deltanya sama dengan saat *microsleep* pertama yakni mengalami kenaikan nilai, untuk nilainya *microsleep* bernilai di atas 300000. Untuk sinyal *attention* saat nilai delta yang meningkat pada sinyal *attention* mengalami penurunan untuk nilai yang paling besar ketika *microsleep* pada angka 17 dan sedangkan *meditation* mengalami pengkatan seperti sinyal delta, untuk nilai terkecilnya ketika *microsleep* yaitu 81.

2. Partisipan kedua

Pada partisipan kedua saat melakukan pengujian hanya terjadi satu kali periode *microsleep* yang di amati oleh penguji. Sehingga data pada partisipan pertama dapat dipastikan partisipan mengalami *microsleep*.



GAMBAR 4. 2 Grafik data sinyal partisipan kedua

Gambar 4.3 menunjukkan sinyal EEG dari partisipan kedua. Sama dengan pengujian pertama sinyal delta di jadikan sebagai *ground truth*. Delta menjadi pembanding untuk sinyal *attention* dan sinyal *meditation*. Terlihat pada Gambar 4.3 sinyal delta mengalami kenaikan saat *microsleep* terjadi yang di tandai dengan garis merah, untuk sinyal *attention* sendiri mengalami penurunan lalu untuk sinyal *meditation* sama seperti sinyal delta, sinyal *meditation* mengalami kenaikan saat *microsleep* terjadi.

TABEL 4. 3 Waktu terjadinya Microsleep pada partisipan kedua

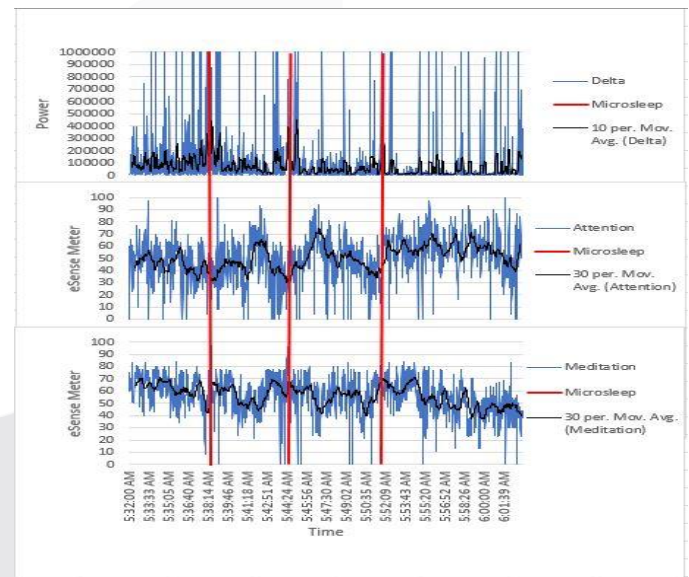
Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Delta (Hz)
8:05:32 PM	26	48	65987
8:05:33 PM	24	59	158467
8:05:34 PM	30	50	143679
8:05:35 PM	29	64	150092
8:05:36 PM	26	73	207105
8:05:37 PM	11	96	344390

8:05:38 PM	8	100	304720
8:05:39 PM	14	91	292829
8:05:40 PM	27	71	144077
8:05:41 PM	22	66	156366
8:05:42 PM	24	50	150660
8:05:43 PM	30	50	113864

Tabel 4.3 Menunjukkan saat terjadinya *microsleep* pada partisipan yang kedua, saat terjadinya *microsleep* terdapat peningkatan pada sinyal delta dengan nilai yang paling kecil saat *microsleep* terjadi yaitu 292829, dan untuk sinyal *attention* jika delta mengalami kenaikan maka sinyal *attention* mengalami penurunan. Nilai tertinggi 20 untuk sinyal *attention* sedangkan sinyal *meditation* mengalami kenaikan dengan nilai paling kecil 91 ketika *microsleep* terjadi.

3. Partisipan ketiga

Pada partisipan ketiga saat melakukan pengujian, terjadi tiga kali periode *microsleep*. Sehingga data pada partisipan pertama dapat dipastikan partisipan mengalami *microsleep*.



GAMBAR 4.3 Grafik data sinyal partisipan ketiga

Gambar 4.4 menunjukkan sinyal EEG dari partisipan ketiga. Sama dengan pengujian pertama dan kedua, sinyal delta di jadikan sebagai *ground truth*. Delta menjadi pembanding untuk sinyal *attention* dan sinyal *meditation*. Terlihat pada Gambar 4.4 sinyal delta mengalami kenaikan saat *microsleep* terjadi yang di tandai dengan garis merah, untuk sinyal *attention* sendiri mengalami penurunan dan sinyal *meditaion* mengalami kenaikan.

TABEL 4. 4 Waktu Terjadinya Microsleep Pertama Pada Partisipan Ketiga

Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Delta (Hz)
5:38:20 AM	48	67	1000000
5:38:21 AM	38	63	132597
5:38:23 AM	50	65	208710
5:38:24 AM	37	73	190238
5:38:25 AM	41	78	38706
5:38:26 AM	17	87	377339
5:38:27 AM	11	94	362361
5:38:28 AM	14	97	783378
5:38:29 AM	14	91	876080
5:38:30 AM	20	88	424422
5:38:31 AM	20	91	379787
5:38:32 AM	17	90	300727
5:38:33 AM	27	67	158024
5:38:34 AM	40	61	149830
5:38:35 AM	50	60	8410
5:38:36 AM	43	58	167082
5:38:37 AM	29	58	99342

Tabel 4.4 Menunjukkan *microsleep* pertama terjadi selama tujuh detik dan saat *microsleep* terjadi, sinyal delta mengalami peningkatan dengan nilai paling rendah pada saat terjadi *microsleep* adalah 300727 sedangkan untuk nilai *attention* berbanding terbalik dengan nilai delta, sinyal ini mengalami penurunan dengan nilai paling tinggi 20 dan untuk sinyal *meditation* sendiri mengalami kenaikan saat *microsleep* dengan nilai terkecil 87.

TABEL 4. 5 Waktu Terjadinya Microsleep Kedua Pada Partisipan Ketiga

Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Delta (Hz)
5:44:18 AM	35	54	37967
5:44:19 AM	44	61	232455

5:44:20 AM	40	51	188081
5:44:21 AM	29	51	255302
5:44:22 AM	23	66	277165
5:44:23 AM	17	86	639613
5:44:24 AM	13	90	781989
5:44:25 AM	11	90	449850
5:44:26 AM	8	96	455052
5:44:27 AM	19	88	399387
5:44:28 AM	27	78	238532
5:44:29 AM	35	74	118010
5:44:30 AM	53	73	10985
5:44:31 AM	54	77	1897
5:44:32 AM	56	61	148594

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa ketika *microsleep* kedua terjadi pada partisipan ketiga untuk nilai delta yang di jadikan acuan terdapat perbedaan jika di dibandingkan dengan nilai delta pada pengujian sebelumnya. Pada detik terakhir nilai delta jauh di bawah 300000 dan nilai *attention* mengalami penurunan. Pada saat terjadinya *microsleep* didapatkan nilai tertinggi angka 19, sedangkan *meditation* sama seperti sinyal delta yang mengalami kenaikan dengan nilai terkecil 86.

TABEL 4. 6 Waktu Terjadinya Microsleep Ketiga Pada Partisipan Ketiga

Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Delta (Hz)
5:51:42 AM	24	78	27512
5:51:43 AM	22	70	76753
5:51:44 AM	23	70	1000000
5:51:45 AM	34	77	68167
5:51:46 AM	24	75	195909
5:51:47 AM	13	87	652956
5:51:48 AM	21	84	421488
5:51:49 AM	16	87	634930

5:51:50 AM	14	90	853533
5:51:51 AM	38	70	90324
5:51:52 AM	43	71	263593
5:51:53 AM	38	63	122336
5:51:54 AM	60	57	229468
5:51:55 AM	70	60	20693

Tabel 4.6 menunjukkan pada saat *microsleep* terjadi pada partisipan ketiga untuk nilai deltanya sangatlah tinggi di angka 853533 dan nilai terkecil di angka 421488. Dapat dilihat saat *microsleep* terjadi nilai *attention* di angka 21 kebawah dan nilai *meditation* diatas 84.

Dari tiga partisipan yang telah dilakukan pengambilan data, terdapat 6 data yang menunjukkan terjadinya *microsleep* dengan sinyal delta yang menjadi acuan mengalami peningkatan, lalu sinyal *attention* sendiri mengalami penurunan dengan nilai di bawah 21. Untuk sinyal *meditation* mengalami kenaikan dengan nilai diatas 81 ketika *microsleep* terjadi. Jadi untuk parameter yang di tetapkan ketika *microsleep* terjadi, untuk sinyal *attention* dibawah 21 dan sinyal *meditation* diatas 80.

Pengujian Sistem Peringatan Pada Handphone
Hasil dan Analisis :

TABEL 4. 7 Data Pengujian Pengiriman dan Peringatan Handphone

No	Waktu	Data Terkirim	Di Terima	Ringtone	Validitas
1	10:02:18	1	1	Mati	Benar
2	10:02:19	1	1	Mati	Benar
3	10:02:20	1	1	Mati	Benar
4	10:02:22	1	1	Mati	Benar
5	10:02:23	1	1	Mati	Benar
6	10:02:24	1	1	Mati	Benar
7	10:02:25	0	0	Menyala	Benar
8	10:02:26	0	0	Menyala	Benar
9	10:02:27	0	0	Menyala	Benar
10	10:02:28	1	1	Mati	Benar
11	10:02:29	1	1	Mati	Benar
12	10:02:30	1	1	Mati	Benar
13	10:02:31	0	0	Menyala	Benar
14	10:02:32	1	1	Mati	Benar
15	10:02:33	1	1	Mati	Benar

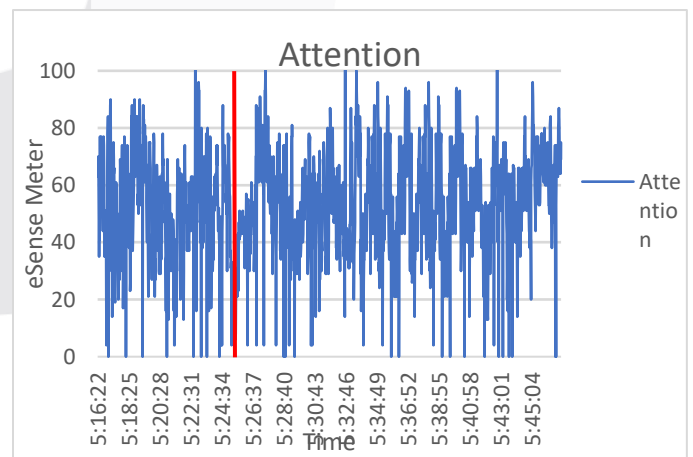
16	10:02:34	1	1	Mati	Benar
17	10:02:35	1	1	Mati	Benar
18	10:02:36	1	1	Mati	Benar
19	10:02:37	1	1	Mati	Benar
20	10:02:38	0	0	Menyala	Benar
21	10:02:39	0	0	Menyala	Benar
22	10:02:40	0	0	Menyala	Benar
23	10:02:41	1	1	Mati	Benar
24	10:02:42	0	0	Menyala	Benar
25	10:02:43	1	1	Mati	Benar
26	10:02:44	1	1	Mati	Benar
27	10:02:45	1	1	Mati	Benar
28	10:02:46	1	1	Mati	Benar
29	10:02:47	0	0	Menyala	Benar
30	10:02:48	1	1	Mati	Benar

Tabel 4.7 menunjukkan data yang dikirim dari mikrokontroler melalui modul *Bluetooth* ke *handphone*, dengan total 30 data yang di terima oleh *handphone* sama dengan data yang dikirim melalui mikrokontroler dan peringatan menyala ketika data sesuai dengan *setpoint*, persentase keberhasilan 100% dan peringatan pun dapat berfungsi dengan baik ditandai dengan *ringtone* dan getar yang aktif.

Pengujian Keseluruhan Sistem

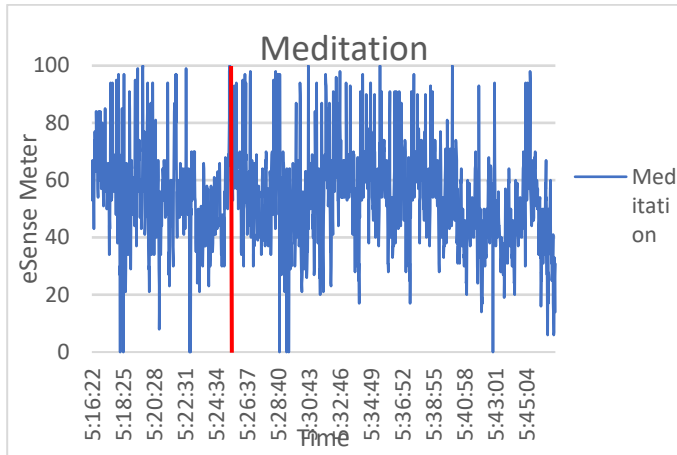
Hasil dan Analisis :

1. Pengemudi pertama



GAMBAR 4. 4 Grafik Nilai Attention Pengemudi pertama

Gambar 4.5 menunjukan nilai *attention* dari pengujian pengemudi pertama, ketika *microsleep* terjadi nilai *attention* mengalami penurunan drastis.



GAMBAR 4. 5 Grafik Nilai *Meditation* Pengemudi Pertama

Gambar 4.7 menunjukkan grafik sinyal *meditation* selama pengujian 30 menit, ketika *microsleep* terjadi nilai dari sinyal meningkat yang di tandai dengan garis merah.

TABEL 4. 8 Terjadinya *Microsleep* Pertama Pengemudi Pertama

Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Alarm
5:25:22	30	63	OFF
5:25:23	31	69	OFF
5:25:24	26	65	OFF
5:25:25	24	73	OFF
5:25:26	22	82	OFF
5:25:27	11	98	ON
5:25:28	6	100	ON
5:25:29	8	100	ON
5:25:30	24	73	OFF
5:25:31	23	79	OFF
5:25:32	23	78	OFF

Tabel 4.8 Menunjukkan terjadinya *microsleep* selama 3 detik pada pegemudi pertama, dan alarm

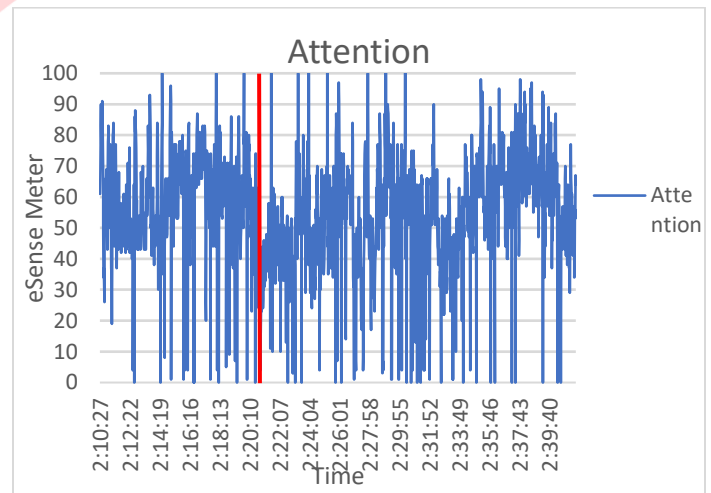
saat *microsleep* terjadi dapat berjalan dengan benar sesuai parameter yang telah di tentukan.

Hasil Deteksi Alat \ Keadaan Sebenarnya	Microsleep	Normal
Microsleep	2	1
Normal	11	1845

TABEL 4. 9 Klasifikasi sinyal Keseluruhan partisipan ke Pertama

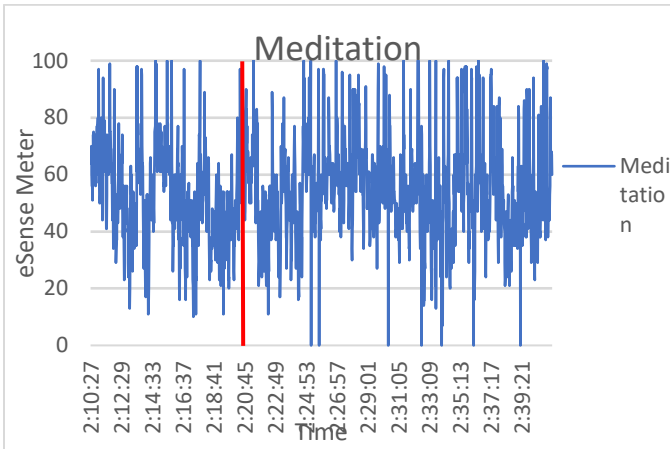
Table 4.9 menunjukkan klasifikasi sinyal keseluruhan saat pengujian, Jadi di dapatkan nilai akurasi dengan perhitungan Confusion Matrix sebesar 99,67%.

2. Pengemudi kedua



GAMBAR 4. 6 Grafik Nilai Attention Pengemudi kedua

Gambar 4.7 menunjukkan nilai *attention* dari pengujian pengemudi kedua, ketika menjelang *microsleep* nilai *attention* mengalami penurunan drastis, hal yang sama juga ditemukan pada saat pengujian parameter.



GAMBAR 4. 7 Grafik Nilai *Meditation* Pengemudi kedua
 Gambar 4.8 menunjukkan grafik sinyal *meditation* selama pengujian 30 menit, ketika *microsleep* terjadi nilai dari sinyal meningkat yang di tandai dengan garis merah.

TABEL 4. 10 Terjadinya *Microsleep* Pengemudi kedua

Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Alarm
2:20:47	29	47	OFF
2:20:48	25	57	OFF
2:20:49	25	82	OFF
2:20:50	11	84	ON
2:20:51	4	90	ON
2:20:52	24	77	OFF
2:20:53	16	83	ON
2:20:54	23	71	OFF
2:20:55	26	77	OFF
2:20:56	23	61	OFF

TABEL 4.9 Menunjukkan *microsleep* terdeteksi pada pengemudi kedua yang terjadi selama 2 detik yang di tandai dengan warna kuning dan 2 detik selang *microsleep* alat mendeteksi *false positif* selama 1 detik yang di tandai dengan warna hijau.

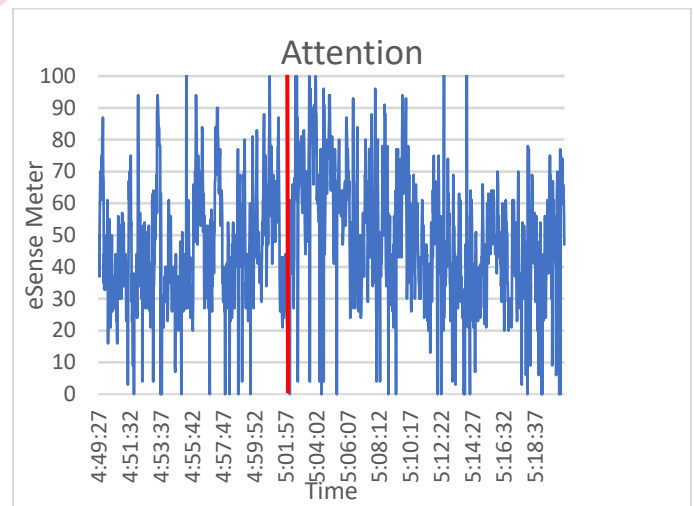
Dari kepengujian ini di dapatkan hasil :

TABEL 4. 11 Klasifikasi sinyal secara keseluruhan partisipan ke dua

Keadaan Sebenarnya \ Hasil Deteksi Alat	Microsleep	Normal
	Microsleep	2
Normal	5	1863

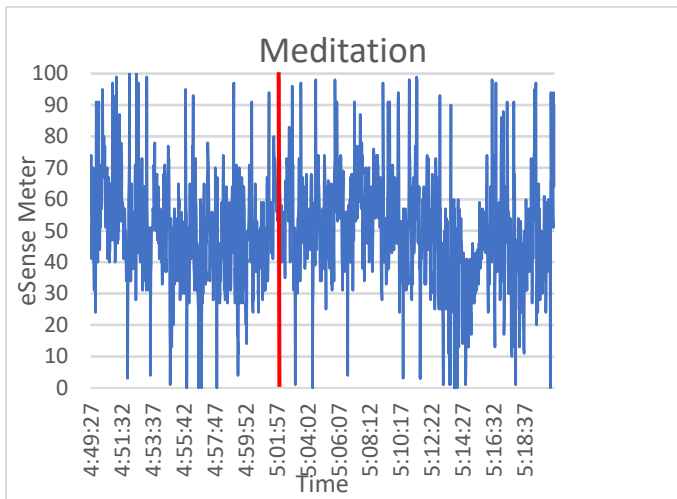
Table 4.11 menunjukkan klasifikasi sinyal keseluruhan saat pengujian, Jadi di dapatkan nilai akurasi dengan perhitungan Confusion Matrix sebesar 99,35%.

3. Pengemudi Ketiga



GAMBAR 4. 8 Grafik Nilai *Attention* Pengemudi Ketiga

Gambar 4.9 menunjukan nilai *attention* dari pengujian pengemudi pertama, ketika *microsleep* terjadi nilai *attention* mengalami penurunan drastis, sehingga terlihat jelas garfik yang sangat menurun ketika *microsleep* terjadi.



GAMBAR 4. 9 Grafik Nilai *Meditation* Pengemudi Ketiga

Gambar 4.8 menunjukkan grafik sinyal *meditation* selama pengujian 30 menit, ketika *microsleep* terjadi nilai dari sinyal meningkat yang di tandai dengan garis merah.

TABEL 4. 12 Terjadinya *Microsleep* Pengemudi ketiga

Time	Attention (eSense Meter)	Meditation (eSense Meter)	Alarm
5:02:02	27	63	OFF
5:02:03	27	61	OFF
5:02:04	23	73	OFF
5:02:05	22	88	OFF
5:02:06	11	98	ON
5:02:07	11	90	ON
5:02:08	23	74	OFF
5:02:09	27	75	OFF
5:02:10	23	69	OFF

Tabel 4.12 Menunjukkan *microsleep* terjadi selama dua detik dan saat *microsleep* terjadi alarm bekerja dengan baik, sehingga dapat memperingatkan pengemudi yang sedang mengalami *microsleep*.

TABEL 4. 13 Klasifikasi Sinyal Secara Keseluruhan Partisipan Ke Tiga

Keadaan Sebenarnya \ Hasil Deteksi Alat	Microsleep	Normal
	Microsleep	2
Normal	11	1845

Table 4.13 menunjukkan klasifikasi sinyal keseluruhan saat pengujian, Jadi di dapatkan nilai akurasi dari alat dengan perhitungan menggunakan Confusion Matrix sebesar 99,67%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis pada Tugas Akhir di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dihasilkan alat yang dapat mendeteksi *microsleep* dengan mengukur nilai sinyal *attention meditation* pada pengemudi kendaraan. Berdasarkan perhitungan dengan metode Confusion Matrix diperoleh rata-rata akurasi dari tiga kali pengujian sebesar 99,56%
2. Pengiriman data menggunakan serial komunikasi bluetooth dari mikrokontroler ke handphone dapat dikirimkan secara real time dengan tingkat keberhasilan 100 %.

A. Saran

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis pada Tugas Akhir ini terdapat kekurangan yang dapat dijadikan saran untuk pengembangan Tugas Akhir ini kedepannya. Berikut saran dari penulis :

1. Perlu adanya penambahan sensor kamera untuk tambahan parameter sehingga alat lebih akurat lagi.
2. Membuat aplikasi yang dapat digunakan pada semua *handphone*.
3. Menambahkan kapasitas baterai yang lebih besar agar dapat di-gunakan dalam jangka waktu yang lama.

REFERENSI

[1] Ewada, "Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Sebesar 9,05 Persen," *www.Ewada.id*, 2020. [https://ewada.id/kendaraan-bermotor-tumbuh-95-persen/#:~:text=Data Badan Pusat Statistik \(BPS,tidak diimbangi dengan pembangunan jalan. \(accessed Feb. 03, 2020\).](https://ewada.id/kendaraan-bermotor-tumbuh-95-persen/#:~:text=Data Badan Pusat Statistik (BPS,tidak diimbangi dengan pembangunan jalan. (accessed Feb. 03, 2020).)

[2] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2018,"

- www.bps.go.id, 2018.
<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>
(accessed Oct. 05, 2020).
- [3] A. Maulana, "Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia Harus Turun," *www.otomotif.kompas.com*, 2019.
<https://otomotif.kompas.com/read/2019/01/18/082200615/jumlah-korban-kecelakaan-lalu-lintas-di-indonesia-harus-turun>.
- [4] M. Saleh, "Analisis faktor potensi penyebab kecelakaan lalu lintas kendaraan bermotor," vol. 5, no. 3, pp. 367–374, 2019.
- [5] A. Hertig-Godeschalk, J. Skorucak, A. Malafeev, P. Achermann, J. Mathis, and D. R. Schreier, "Microsleep episodes in the borderland between wakefulness and sleep," *Sleep*, vol. 43, no. 1, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1093/sleep/zsz163.
- [6] B. A. Prasetyo, "Yuk, Kenali Bahaya Microsleep," *www.klikdokter.com*, 2018.
<https://www.klikdokter.com/info-sehat/read/3616729/yuk-kenali-bahaya-microsleep>
(accessed Oct. 04, 2020).
- [7] M. T. Fakhri Zainal Hawari1, Ig Prasetya Wibawa, S.T, M.T.2, Dr.Husneni Mukhtar, S.SI., "Analisis sinyal EEG dan EKG pada penderita kantuk dengan metode K-NN," pp. 1–7, 2019.
- [8] A. E. Putra, C. Atmaji, and T. G. Utami, "EEG-based microsleep detector using microcontroller," *Proc. 2016 8th Int. Conf. Inf. Technol. Electr. Eng. Empower. Technol. Better Futur. ICITEE 2016*, no. July 2019, pp. 1–5, 2017, doi: 10.1109/ICITEED.2016.7863296.
- [9] G. Kennedy, "Microsleep Literature Review Date : June 2001 Austin and Repatriation Medical Centre , University of Authors : Dr Mark Howard Dr Gerard Kennedy," no. January, 2001.
- [10] W. Saġabun, "Processing and spectral analysis of the raw EEG signal from the MindWave," *Prz. Elektrotechniczny*, vol. 90, no. 2, pp. 169–173, 2014, doi: 10.12915/pe.2014.02.44.
- [11] Neurosky and Manufactured, "MindWave Mobile : User Guide," *IEEE Int. Conf. Comput. Commun.*, vol. 47, no. C, pp. 225–230, 2017.
- [12] Jason Brownlee, "What is a Confusion Matrix in Machine Learning," 2020.
<https://machinelearningmastery.com/confusion-matrix-machine-learning/>.