

## ABSTRAK

Teknologi *Automated Vehicle* (AV) yang sedang berkembang di pasaran masih membutuhkan keterlibatan pengemudi untuk mengemudi dalam beberapa kondisi yang tidak bisa ditangani oleh sistem otomatis. Dengan demikian, perhatian pengemudi dibutuhkan untuk mengambil alih kendali sistem jika diperlukan dengan waktu transisi yang terbatas. Salah satu tantangan dalam pengaplikasian teknologi AV adalah bagaimana untuk memastikan bahwa pengemudi dapat mengambil alih kemudi dengan tepat waktu, terlebih saat pengemudi juga melakukan aktivitas sekunder. Aktivitas sekunder memerlukan sumber daya pemrosesan kognitif yang signifikan yang dapat memengaruhi kemampuan pengemudi untuk mengambil alih kendali kemudi. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aktivitas sekunder terhadap respons subjektif dan fisiologis, serta waktu *take over* saat berkendara dengan *semi automated vehicle*.

Subjek penelitian ini adalah 15 orang laki-laki dengan rata-rata usia  $21,73 \pm 0,88$  tahun. Seluruh responden dalam penelitian ini telah memiliki SIM A, dan belum pernah menggunakan *automated vehicle* sebelumnya. Eksperimen dilakukan sebanyak tiga kali pertemuan dengan durasi 12 menit dengan tugas mengemudi mengikuti arahan GPS pada setiap *treatment*. Tiga *treatment* diberikan secara acak kepada setiap responden. Ketiga *treatment* tersebut meliputi tidak melakukan aktivitas apapun (*treatment baseline*) atau melakukan aktivitas sekunder berupa menonton video dan mengirim email saat mode otomatis aktif selama sesi simulasi mengemudi. Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi respon subjektif dilihat dari kondisi emosi dan *mental workload*, respon fisiologis dari *electroencephalogram* (EEG) dan *performance metrics*, serta waktu *take over* yang dibutuhkan pengemudi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa saat mode otomatis, aktivitas sekunder mampu meningkatkan gelombang *high beta* dan *gamma* secara signifikan yang mengindikasikan peningkatan aktivitas otak yang tinggi dan peningkatan fokus pengemudi yang berpengaruh terhadap peningkatan kewaspadaan pengemudi. Sedangkan saat melakukan *take over*, aktivitas sekunder mampu meningkatkan gelombang *low beta* yang mengindikasikan peningkatan kewaspadaan. Tidak melakukan aktivitas sekunder saat mode otomatis dapat mengaktifkan gelombang *theta* yang mengindikasikan perasaan relaks dan penurunan kecemasan pengemudi. Selain itu, melakukan salah satu aktivitas sekunder dapat mengaktifkan gelombang *low beta* dan *high beta* saat mode otomatis dan gelombang *low beta* saat kondisi *take over*. Pada pengukuran respon subjektif, *treatment baseline* berpengaruh pada penurunan tingkat *confusion* dan *depression* secara signifikan. Hasil pengukuran waktu *takeover*, *treatment baseline* memberikan penurunan yang signifikan pada rata-rata waktu *take over* yang dibutuhkan responden untuk mengambil alih kendali mobil.

**Kata kunci:** *automated vehicle*, aktivitas sekunder, *electroencephalogram*, *mental workload*, aktivitas otak

## ABSTRACT

The Automated Vehicle (AV) technology that is emerging in the market still requires the involvement of the driver to drive in some conditions that cannot be handled by an automated system. Therefore, the driver's attention is needed to take control of the system with limited transition time if needed. One of the challenges in the application of AV technology is to ensure that the driver can take over the wheel on time, especially when the driver is doing secondary activities. The secondary activity requires cognitive processing resources which significant that can affect the driver's ability to take over the steering control. Based on this background, this research aims to determine the effect of secondary activities on subjective and physiological responses, as well as the time of the take over when driving with a semi automated vehicle.

The subjects of this study were 15 men with an average age of  $21.73 \pm 0.88$  years old. All respondents in this study already had Driving License Type A (*SIM A*), and never used an automated vehicle before. The experiment was conducted three times with 12 minutes time duration. The tasks were to drive and follow the GPS direction on each treatment. Three treatments were given randomly to each respondent. The three treatments include not doing any activities (treatment baseline) or doing secondary activities in the form of watching videos and sending emails when automatic mode is active during a driving simulation session. The parameters measured in this study include subjective responses from emotional state and mental workload, physiological responses from the electroencephalogram (EEG) and performance metrics, as well as the take over time required by the driver.

The research results showed that during the automatic mode, secondary activity was able to increase high beta and gamma waves significantly, which indicated an increase in high brain activity and an enhancement in driver focus which had an effect on the increasing of driver vigilance. Meanwhile, when taking over, the secondary activity can increase the low beta wave which indicated an enhancement in vigilance. By not doing any secondary activities during automatic mode could activate the theta wave which indicates the relax feeling and decreasing driver anxiety. In addition, doing one secondary activity can activate low beta and high beta waves during automatic mode and low beta waves during the take over conditions. In the measurement of subjective responses, the treatment baseline significantly affects the level of confusion and depression. In the take over time measurement, the treatment baseline provides a significant reduction in the average time of take over which required by respondents to take over the car control.

**Keywords:** automated vehicle, secondary activity, electroencephalogram, mental workload, brain activity