

INTISARI

Indonesia merupakan negara padat penduduk yang memiliki masalah kepadatan lalu lintas yang dapat berdampak pada keselamatan transportasi. Faktor lain yang menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas adalah cuaca. Studi terkait keselamatan transportasi dapat memanfaatkan alat *driving simulator* yang menggabungkan *virtual reality* (VR) dan *head-mounted display* (HMD) untuk menciptakan lingkungan virtual yang tampak seperti dunia nyata. Namun, teknologi ini memiliki efek samping berupa *cybersickness*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak *cybersickness* yang ditimbulkan dari penggunaan HMD pada *driving simulator* dengan mempertimbangkan dua faktor keselamatan lalu lintas yaitu kepadatan lalu lintas dan cuaca.

Penelitian ini melibatkan empat belas orang mahasiswa laki-laki berusia 18 – 24 tahun sebagai subjek penelitian. Subjek diminta melakukan aktivitas mengemudi menggunakan HMD sebanyak empat kali pada kombinasi kepadatan lalu lintas (rendah (20%) dan padat (60%)), dan cuaca (cerah dan hujan). Subjek melakukan simulasi mengemudi pada dua kombinasi kondisi dalam satu hari dengan setiap kondisi berlangsung selama 15 menit. Pengukuran *cybersickness* dilakukan menggunakan *simulator sickness questionnaire* (SSQ) dan *heart rate variability* (HRV) sebelum dan sesudah mengemudi, serta *fast motion sickness* (FMS) yang diukur secara verbal setiap 2 menit selama mengemudi.

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan *cybersickness* yang dirasakan pada semua kondisi saat menggunakan *driving simulator* berbasis HMD, meskipun tidak terdapat perbedaan signifikan pada kepadatan lalu lintas rendah dan padat. Pengukuran menggunakan FMS menunjukkan bahwa tingkat *cybersickness* lebih tinggi pada cuaca hujan dibandingkan dengan cuaca cerah. Selain itu, terdapat interaksi antara kepadatan lalu lintas dan cuaca yang meningkatkan aktivitas saraf simpatik (LF) pada kondisi lalu lintas padat di cuaca cerah, dan peningkatan aktivitas saraf parasimpatik (HF) pada lalu lintas padat. Hasil uji korelasi menunjukkan hubungan positif antara HRV (HF) dengan gejala *cybersickness*, begitu juga antara gejala *cybersickness* dan performansi mengemudi berupa jumlah *collision* yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa *cybersickness* yang dirasakan berkontribusi pada penurunan performansi dalam simulasi berkendara menggunakan HMD.

Kata kunci: *Cybersickness, Head-Mounted Display, Kepadatan Lalu Lintas, Display Cuaca, Simulator Sickness Questionnaire, Heart Rate Variability, Fast Motion Sickness*

ABSTRACT

Indonesia is densely populated, with traffic density problems that can impact transportation safety. Another factor that causes traffic-related problems in tropical countries is the weather. Studies on transportation safety can utilize a driving simulator tool that combines virtual reality (VR) and head-mounted display (HMD) to create a virtual environment that looks like the real world. However, this technology has a side effect in the form of cybersickness. Therefore, this study aims to evaluate the impact of cybersickness caused by using HMD in a driving simulator by considering traffic density and weather.

This study involved fourteen male students aged 18-24 as research subjects. The subjects were asked to perform driving activities using HMD four times over two days, with combinations of traffic density (low (20%) and high (60%)) and weather (sunny and rainy). Subjects performed driving simulations on two combinations of conditions in one day, each lasting for 15 minutes. Cybersickness measurements were taken using the Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) and heart rate variability (HRV) before and after driving, as well as fast motion sickness (FMS) measured verbally every 2 minutes during driving.

The results showed increased perceived cybersickness when using the HMD-based driving simulator in all conditions. However, there were differences between low and high traffic density. Measurement using FMS indicates that the level of cybersickness is higher in rainy than in clear weather. In addition, the interaction between traffic density and weather increased sympathetic nervous activity (LF) in high traffic and clear weather condition and increased parasympathetic nerve activity (HF) in high traffic condition. Correlation analysis showed positive correlations between HRV (HF) and cybersickness symptoms, as well as cybersickness symptoms and driving performance, in terms of the number of collisions. These findings imply that perceived cybersickness decreases performance in driving simulation tasks using HMD.

Keywords: *Cybersickness, Head-Mounted Display, Traffic Density, Weather Display, Simulator Sickness Questionnaire, Heart Rate Variability, Fast Motion Sickness*