

Pengaruh *Exposure Time* dan Postur Tubuh untuk Mengurangi *Cybersickness* dengan Indikator Konduktansi Kulit dalam Penggunaan *Virtual Reality*

Ivana Graziella¹, Clara Theresia²

^{1,2)} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung 40141
Email: ivanagraziella@gmail.com, claratheresia@unpar.ac.id

Abstract

Cybersickness is a nausea, dizziness, and losing balance while using VR. *Cybersickness* is caused by exposure time and the body posture of the VR's user that until now there are still differences in research results regarding the effects on *cybersickness*. Therefore, this study aims to identify the effects on *cybersickness* and provide appropriate recommendations to reduce *cybersickness* symptoms. The measurement of research were Galvanic Skin Response as an objective indicator and the Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) questionnaire as a subjective indicator. A total of 48 participants will be given the task of playing parkour activities with sitting or standing postures and played for 10 minutes, 20 minutes, or 30 minutes. To determine the effect of exposure time and body posture, were used ANOVA test and the Kruskal-Wallis test. Based on the results, exposure time has an effect on with the maximum effect at 20 minutes which has an average SSQ value of 109,863 ($p\text{-value} = 0,046 < 0,05$). Meanwhile, body posture also affects *cybersickness* which standing posture has a higher average GSR (13,082 μS) and $p\text{-value} = 0,002 < 0,05$. The recommendations which are given are the duration using VR is no more than 20 minutes and maintain a balanced body posture which can move their heads slowly to so that the level of *cybersickness* can be reduced.

Keywords: *cybersickness*, skin conductance, Simulator Sickness Questionnaire, virtual reality

Abstrak

Cybersickness adalah gejala mual, pusing, serta hilang keseimbangan saat menggunakan VR. Faktor penyebab *cybersickness* adalah *exposure time* penggunaan VR serta postur tubuh pengguna yang hingga saat ini masih terdapat perbedaan hasil penelitian pada kedua faktor tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh kedua faktor penyebab tersebut terhadap *cybersickness* serta memberikan usulan rekomendasi yang tepat untuk mengurangi gejala *cybersickness*. Alat ukur yang digunakan adalah Galvanic Skin Response sebagai indikator objektif dan kuesioner Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) sebagai indikator subjektif. Sebanyak 48 partisipan diberikan tugas untuk memainkan olahraga *parkour* pada VR dengan postur duduk atau berdiri dan dengan 3 *exposure time*, yakni selama 10, 20, atau 30 menit. Pengaruh *exposure time* dan postur tubuh juga dapat diketahui dengan melakukan uji ANOVA dan uji Kruskal-Wallis. Hasil penelitian menunjukkan *exposure time* berpengaruh terhadap *cybersickness* dengan pengaruh maksimal terdapat pada *exposure time* 20 menit dengan nilai rata-rata SSQ tertinggi sebesar 109,863. ($p\text{-value} = 0,046 < 0,05$). Sementara itu, postur tubuh juga berpengaruh terhadap *cybersickness* dengan postur berdiri memiliki rata-rata GSR yang lebih tinggi, yakni 13,082 μS dan dengan $p\text{-value} = 0,002 < 0,05$. Usulan rekomendasi yang dapat diberikan yaitu durasi penggunaan VR yang tidak lebih dari 20 menit serta dapat mempertahankan postur tubuh yang seimbang dengan melakukan pergerakan kepala secara perlahan sehingga tingkat *cybersickness* dapat berkurang.

Kata kunci: *cybersickness*, konduktasi kulit, Simulator Sickness Questionnaire, virtual reality

Pendahuluan

Pada zaman sekarang ini, kemajuan teknologi sangat berkembang pesat di mana banyak perusahaan yang meluncurkan teknologi baru, seperti teknologi *virtual reality* (VR). Menurut Putro (2015), VR adalah pemunculan gambar-gambar tiga dimensi yang dibuat komputer sehingga terlihat nyata dengan bantuan sejumlah peralatan tertentu, yang menjadikan penggunaannya seolah-olah terlibat langsung secara fisik dalam lingkungan tersebut. Teknologi VR merupakan teknologi yang diminati oleh masyarakat luas dan akan terus memiliki pengguna-pengguna baru setiap tahunnya. Menurut Solomons (2023), pasar *game* VR diperkirakan akan mencapai \$55,34 miliar pada tahun 2028 dan mengalami kenaikan jauh dari \$7,92 miliar pada tahun 2021. Akan tetapi, teknologi VR yang dimiliki saat ini masih memiliki kelemahan yang mengakibatkan pengguna merasa tidak nyaman saat menggunakan VR. Gangguan ketidaknyamanan tersebut sering dikenal sebagai *cybersickness*.

Cybersickness adalah gejala yang disebabkan oleh terdapatnya ketidakcocokan antara saraf sensorik, yakni sistem visual yang berkaitan dengan pergerakan mata serta saraf perseptual, yakni sistem vestibular yang berkaitan dengan keseimbangan tubuh (Barret, 2004). Ketika terdapat respon negatif pada saraf sensorik, otak akan lebih mengandalkan sistem vestibular di mana akan menghasilkan kombinasi sinyal yang berpotensi menyebabkan *cybersickness* (Boulic, Lopes, & Tian, 2022). Ketidakcocokkan ini akan mengakibatkan timbulnya berbagai reaksi, seperti mual, muntah, sakit kepala, pandangan kabur, pusing, serta tegangan pada mata (Barret, 2004). Akibat yang ditimbulkan dari *cybersickness* ini pun sangat merugikan pengguna dikarenakan saat merasakan dampak *cybersickness*, aktivitas yang dilakukan menjadi terganggu dan terhambat. Selain aktivitas yang terganggu, keinginan untuk mencoba menggunakan kembali alat VR menjadi menurun dikarenakan penggunaan sebelumnya di mana pengguna mengalami *cybersickness*. Sampai saat ini juga, belum ditemukan solusi yang tepat untuk mengurangi *cybersickness* itu sendiri sehingga penelitian mengenai *cybersickness* penting untuk dilakukan.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan *cybersickness*, seperti faktor perangkat VR yang dinilai tidak ergonomis, *exposure time* penggunaan VR, konten yang ditayangkan pada VR, serta postur tubuh pengguna VR (Davis, Nesbitt, & Nalivako, 2015; Moss & Muth, 2011; Saredakis, Birkhead, Szpak, Keage, Rizzo, & Loetscher, 2020; Keshavarz, Hecht, & Lawson, 2014). Tak hanya jenis konten, perbedaan keadaan lingkungan virtual atau adegan yang disajikan dalam konten juga dapat mempengaruhi *cybersickness* (Smith, 2021). Selain itu, terdapat beberapa *human factor* yang dapat mempengaruhi *cybersickness*, seperti pengaruh setiap orang yang memiliki kerentanan terhadap *cybersickness* yang berbeda-beda, usia, jenis kelamin, serta pengalaman menggunakan VR. (Howard & Van Zandt, 2021). Dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah dilakukan studi literatur dan ditemukan terdapat beberapa hasil penelitian yang belum sama untuk faktor *exposure time* dan postur tubuh yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *State of the art* penelitian *cybersickness*

Penelitian	Faktor	Hasil Penelitian
Moss & Muth (2011)	<i>Exposure time</i>	Berpengaruh
Melo, Sampaio, Barbosa, Raposo, & Bessa (2017)	<i>Exposure time</i>	Tidak berpengaruh
Saredakis et al. (2020)	<i>Exposure time</i>	Tidak berpengaruh
Stoffregen, Chang, Chen, & Zheng (2017)	Postur tubuh	Berpengaruh
Munafo, Diedrick, & Stoffregen (2017)	Postur tubuh	Berpengaruh
Pettijohn, Geyer, Gomez, Becker, & Biggs (2018)	Postur tubuh	Tidak berpengaruh

Menurut Moss & Muth (2011), *exposure time* berpengaruh saat durasi penggunaan kelipatan 2 menit dengan pengaruh maksimal pada 10 menit. Akan tetapi, hasil penelitian lain menunjukkan bahwa *exposure time* berpengaruh saat durasi penggunaan lebih dari 10 menit dan apabila durasi penggunaan di bawah 10 menit maka *exposure time* sama sekali tidak berpengaruh. (Melo et al., 2017; Saredakis et al., 2020). Menurut Stoffregen et al. (2017), pada 52.5% partisipan, postur tubuh

yang seimbang berpengaruh terhadap *cybersickness*. Sementara itu menurut Pettijohn et al. (2018), postur tubuh yang seimbang tidak berpengaruh terhadap *cybersickness*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *exposure time* dan postur tubuh untuk mengurangi *cybersickness* dikarenakan masih terdapat perbedaan hasil penelitian sebelumnya.

Pengukuran yang dilakukan dapat menggunakan indikator pengukuran subjektif, yakni kuesioner *Simulator Sickness Questionnaire* atau SSQ (Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal, 1993; Bouchard, Berthiaume, Daudelin-Peltier, Forget, Renaud, & Robillard, 2021; Al-Abbadey, Brown, Dansey, Powell, Powel, & Stevens, 2021). Sementara itu, pengukuran objektif dilakukan dengan indikator konduktansi kulit. Menurut Hendrika, Theresia, & Yogasara, (2020), indikator konduktansi kulit yang diukur dengan menggunakan alat *Galvanic Skin Response* (GSR) dapat menunjukkan peningkatan aktivitas kelenjar keringat serta perubahan pada kondisi tubuh akibat menggunakan VR. Menurut Gavgani et al. (2017), indikator konduktansi kulit dapat mengukur *nausea* yang merupakan salah satu gejala dari *cybersickness*. Selain itu, ditemukan juga perbedaan signifikan untuk hasil data GSR partisipan sebelum dan sesudah menggunakan VR yang di mana hasil data sesudah menunjukkan gejala *cybersickness*. (Islam, Lee, Jaloli, Muhammad, Zhu, & Quarles, 2020). Menurut Yuldharia (2016), mual, muntah, ataupun berkeringat merupakan gejala psikosomatis yang diakibatkan oleh gangguan pikiran, seperti stress, panik, dan kecemasan. Mual, muntah, dan berkeringat merupakan gejala yang dialami saat seseorang mengalami *cybersickness* dan tingkat stress yang dialami berhubungan dengan beban kerja mental yang dapat diukur dengan konduktansi kulit.

Metode Penelitian

Variabel dependen dalam penelitian kali ini adalah *cybersickness* dan variabel independen yang digunakan, yakni *exposure time* dan postur tubuh yang dijelaskan pada Tabel 2.

Metode Pengukuran SSQ

Pengukuran SSQ akan dibagi menjadi 3 kategori skor, yakni skor *nausea* yang berhubungan dengan gejala mual, skor

oculomotor yang berhubungan dengan gangguan penglihatan, serta skor *disorientation* yang berhubungan dengan kehilangan keseimbangan arah. Pada kuesioner SSQ terdapat 16 pertanyaan yang berkaitan dengan gejala *cybersickness* dan ketiga kategori SSQ yang ditunjukkan pada Tabel 3. Setelah mengisi kuesioner, maka akan dilakukan perhitungan skor dengan menggunakan Pers.1, Pers.2, Pers.3, dan Pers.4.

Tabel 2. Variabel penelitian

Jenis variabel	Variabel	Indikator pengukuran
Dependen	<i>Cybersickness</i>	Kuesioner SSQ (subjektif) dan indikator konduktansi kulit dengan alat GSR (objektif) dan pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah/selama penggunaan VR.
	<i>Exposure time</i>	<i>Stopwatch</i> dengan terdapat 3 level (10, 20, 30 menit)
Independen	Postur tubuh	Postur tubuh saat menggunakan VR, yakni duduk dan berdiri.
	Permainan	Permainan yang digunakan adalah <i>Stride</i> dengan tema permainan aktivitas parkour.
Kontrol	Pengalaman	Partisipan harus minimal 1 kali telah menggunakan VR dalam 6 bulan terakhir

$$N = ((A_1 \times 1) + (A_2 \times 0) + (A_3 \times 0) + (A_4 \times 0) + (A_5 \times 0) + (A_6 \times 1) + (A_7 \times 1) + (A_8 \times 1) + (A_9 \times 1) + (A_{10} \times 0) + (A_{11} \times 0) + (A_{12} \times 0) + (A_{13} \times 0) + (A_{14} \times 0) + (A_{15} \times 1) + (A_{16} \times 1)) = [N] \times 9,54 \quad \text{Pers. 1}$$

$$O = ((A_1 \times 1) + (A_2 \times 1) + (A_3 \times 1) + (A_4 \times 1) + (A_5 \times 1) + (A_6 \times 0) + (A_7 \times 0) + (A_8 \times 0) + (A_9 \times 1) + (A_{10} \times 0) + (A_{11} \times 1) + (A_{12} \times 0) + (A_{13} \times 0) + (A_{14} \times 0) + (A_{15} \times 0) + (A_{16} \times 0)) = [O] \times 7,58 \quad \text{Pers. 2}$$

$$D = ((A_1 \times 0) + (A_2 \times 0) + (A_3 \times 0) + (A_4 \times 0) + (A_5 \times 1) + (A_6 \times 0) + (A_7 \times 0) + (A_8 \times 1) + (A_9 \times 0) + (A_{10} \times 1) + (A_{11} \times 1) + (A_{12} \times 1) + (A_{13} \times 1) + (A_{14} \times 1) + (A_{15} \times 0) + (A_{16} \times 0)) = [D] \times 13,92 \quad \text{Pers. 3}$$

$$SSQ = ([N] + [O] + [D]) \times 3,74 \quad \text{Pers. 4}$$

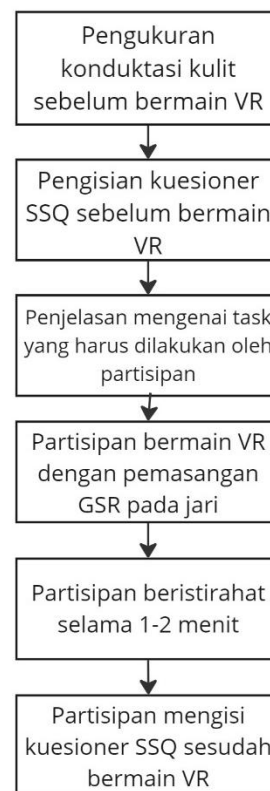
Tabel 3. 16 gejala pada SSQ

No	Gejala	N	O	D
1	<i>General discomfort</i>	1	1	0
2	<i>Fatigue</i>	0	1	0
3	<i>Headache</i>	0	1	0
4	<i>Eye strain</i>	0	1	0
5	<i>Difficulty focusing</i>	0	1	1
6	<i>Salivation increasing</i>	1	0	0
7	<i>Sweating</i>	1	0	0
8	<i>Nausea</i>	1	0	1
9	<i>Difficulty concentrating</i>	1	1	0
10	<i>Fullness of the head</i>	0	0	1
11	<i>Blurred vision</i>	0	1	1
12	<i>Dizziness with eyes open</i>	0	0	1
13	<i>Dizziness with eyes closed</i>	0	0	1
14	<i>Vertigo</i>	0	0	1
15	<i>Stomach awareness</i>	1	0	0
16	<i>Burping</i>	1	0	0

Eksperimen

Penelitian ini menggunakan *headset* VR berjenis Oculus Rift S yang disambungkan dengan CPU yang memiliki *processor* Intel Core i7 8700K, GPU card Nvidia GTX 2070, RAM sebesar 32 GB, serta SSD sebesar 1TB. Terdapat *controller* pada Oculus Rift S yang harus dipasangkan baterai AA agar dapat digunakan. Partisipan memainkan permainan *Stride* yang dirilis pada tahun 2022. *Stride* adalah permainan VR yang bertemakan aksi petualangan olahraga *parkour* di mana pemain dapat melompat, berayun, serta menembak di atap gedung tinggi di perkotaan. Tingkat konduktansi kulit diukur dengan *Galvanic Skin Response* melalui aplikasi *eSense* pada *smartphone* yang disambungkan ke jari pengguna. Pada Gambar 1 terdapat tampilan aplikasi *eSense* pada *smartphone* saat sedang mengukur konduktansi kulit.

Tahapan eksperimen untuk pengambilan data ditunjukkan dengan *flowchart* pada Gambar 2. Proses pengambilan data diawali dengan mengukur konduktansi kulit setiap partisipan sebelum bermain VR selama 5 menit. Setelah itu, setiap partisipan mengisi kuesioner SSQ yang diberikan dalam bentuk Google Form selama kurang lebih 3-5 menit. Dalam pengisian kuesioner SSQ, setiap partisipan dibimbing oleh peneliti sehingga jawaban yang diberikan oleh setiap partisipan adalah benar sesuai dengan keadaan yang dialami.

**Gambar 1.** GSR pada aplikasi *eSense***Gambar 2.** *Flowchart* eksperimen

Selanjutnya, diberikan penjelasan singkat kepada partisipan mengenai postur tubuh yang harus dilakukan, durasi bermain VR, serta jenis permainan VR yang dilakukan. Berikut pada Gambar 3 terdapat hasil cuplikan layar dari permainan *Stride* yang ditayangkan.

Perbedaan postur duduk dan berdiri yang dilakukan oleh partisipan dapat dilihat pada Gambar 4. Pengambilan data GSR selama bermain dimulai saat partisipan menekan *Start* untuk mulai bermain *Stride*. Partisipan berhenti bermain saat *stopwatch* menunjukkan waktu 10, 20, atau 30 menit. Saat partisipan berhenti bermain, pengambilan data GSR pun langsung dihentikan dan partisipan beristirahat sebentar selama 1-2 menit. Terakhir, partisipan mengisi

kuesioner SSQ kembali sesuai dengan kondisi yang dirasakan sesudah bermain VR.



Gambar 3. Hasil cuplikan layer Stride



Gambar 4. Postur tubuh partisipan

Pada penelitian, terdapat 48 data partisipan dengan partisipan wanita sebanyak 25 orang dan partisipan pria sebanyak 23 orang dengan rentang usia 18-24 tahun. Partisipan juga harus minimal 1 kali telah menggunakan VR dalam 6 bulan terakhir. Berdasarkan perhitungan ukuran sampel, maka jumlah partisipan untuk setiap *exposure time* adalah sama, yakni sebanyak 8 orang sehingga jumlah partisipan untuk postur duduk dan berdiri juga sama, yakni masing-masing sebanyak 24 orang.

Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan eksperimen, maka dilakukan pengolahan hasil data GSR dan keempat data skor SSQ. Pengolahan data GSR dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata, nilai maksimum, serta nilai minimum dengan satuan microsiemens (μS).

Hasil Data GSR

Pada Tabel 4 terdapat rekapitulasi nilai pengolahan data GSR selama menggunakan VR. Nilai rata-rata GSR untuk postur berdiri lebih tinggi dibandingkan postur duduk. Selain itu, nilai rata-rata GSR untuk postur berdiri mengalami peningkatan apabila dilakukan penambahan waktu *exposure time*. Hal ini dikarenakan partisipan postur berdiri akan

melakukan pergerakan yang lebih banyak. Partisipan dengan postur duduk akan mengalami pembatasan pergerakan di mana partisipan tidak boleh meninggalkan kursi.

Tabel 4. Rekapitulasi pengolahan data GSR

Postur	Exposure time (menit)	Rata-rata (μS)	Maksimum (μS)	Minimum (μS)
Duduk	10	5,68	11,54	5,31
	20	6,657	16,1	4,7
	30	6,098	16,34	3,82
Berdiri	10	9,96	20,11	9,05
	20	14,335	30,69	11,02
	30	14,951	26,62	11,9

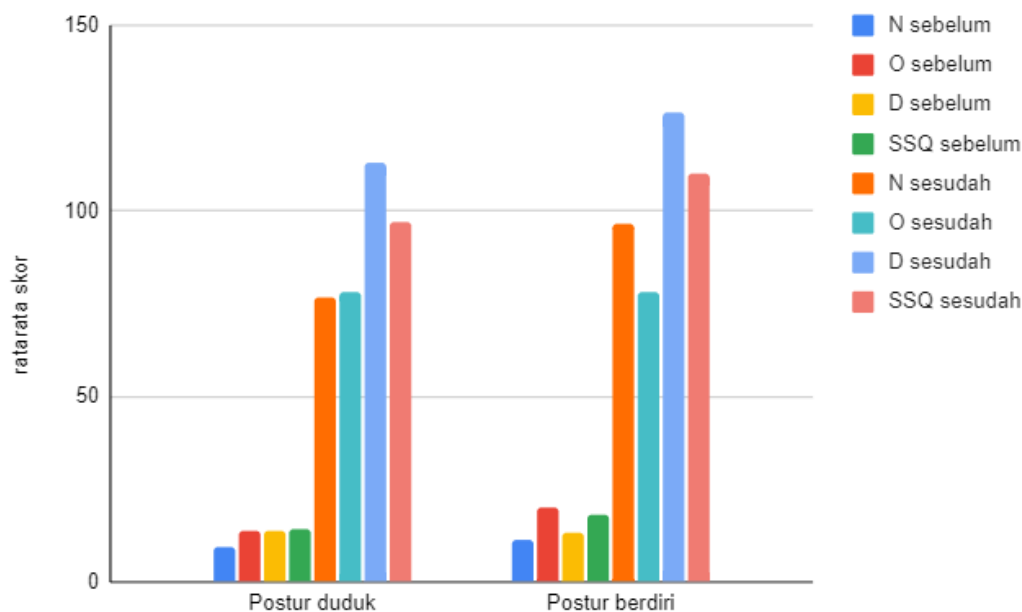
Saat berdiri, banyak partisipan yang secara tidak sengaja berjalan dan melompat mengikuti pergerakan permainan VR. Sebenarnya, dalam permainan Stride, partisipan tidak diharuskan untuk berjalan atau melompat sesungguhnya karena semua pergerakan pada permainan hanya dilakukan menggunakan *controller* saja.

Hasil Data SSQ

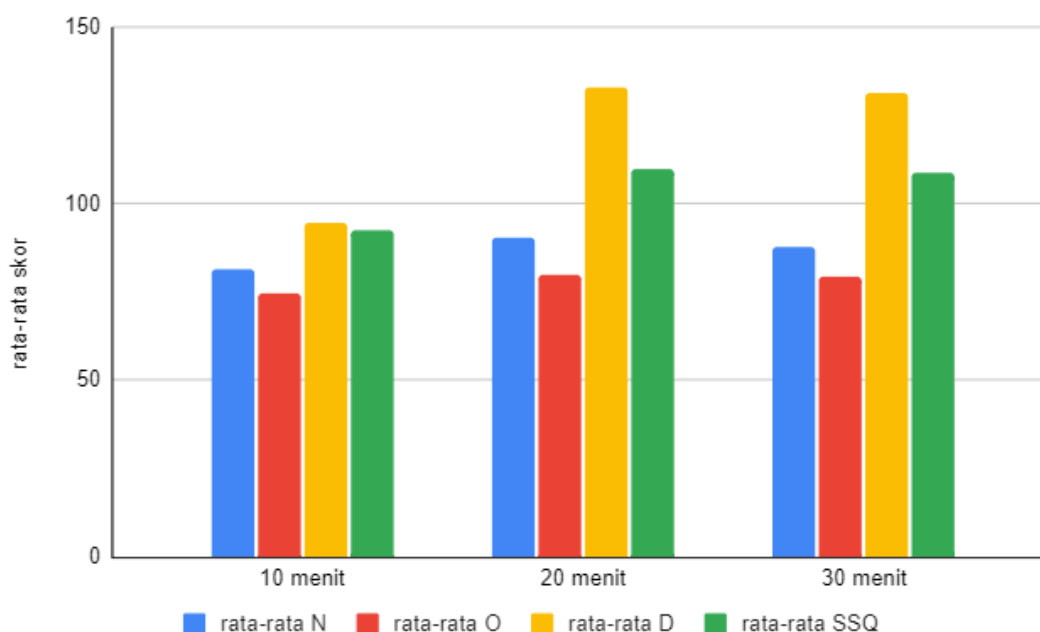
Pengolahan untuk data SSQ dilakukan dengan menggunakan Pers.1, Pers.2, Pers.3, dan Pers.4. Hasil data SSQ dapat dilihat pada Gambar 5.

Rata-rata skor SSQ sesudah bermain VR untuk postur berdiri lebih besar dibandingkan dengan postur duduk ($110,32 > 97,084$). Selain itu, skor *disorientation* memiliki rata-rata skor tertinggi untuk kedua postur tersebut, yakni 113,1 dan 126,4. Skor D menjadi skor tertinggi dikarenakan tugas-tugas dalam permainan Stride dan bahkan apabila partisipan gagal, maka dalam permainan partisipan akan terjatuh dari gedung-gedung tinggi tempat arena bermain. Sensasi dan perasaan seolah-olah terjatuh inilah yang menyebabkan partisipan merasa mual, pusing, dan kehilangan keseimbangan. Gejala pusing, mual, dan kehilangan keseimbangan merupakan gejala *disorientation*.

Sementara itu, untuk perbandingan skor SSQ untuk ketiga *exposure time* dapat dilihat pada Gambar 6. Semakin lama *exposure time*, maka besar nilai setiap skor akan semakin tinggi. Sebagai contoh, nilai rata-rata skor N pada *exposure time* 10 menit adalah 81,683, pada 20 menit adalah 90,63, dan pada 30 menit adalah 87,649. Hal yang sama juga berlaku untuk nilai rata-rata skor SSQ yang semakin bertambah.



Gambar 5. Perbandingan skor SSQ 2 postur



Gambar 6. Perbandingan skor SSQ 3 *exposure time*

Selain pengolahan deskriptif, dilakukan juga pengolahan data berupa pengujian statistika dengan menggunakan selisih data rata-rata sebelum dan sesudah/selama bermain VR.

Hasil Pengujian Statistika

Pertama, dilakukan pengujian normalitas dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk dikarenakan jumlah data yang kurang dari 50 data. Selanjutnya terdapat pengujian korelasi Spearman rho yang dilakukan untuk mengetahui korelasi atau hubungan antara 2 atribut variabel dependen Untuk pengujian

pengaruh dilakukan dengan uji ANOVA apabila data berdistribusi normal serta uji Kruskal-Wallis apabila data tidak berdistribusi normal. Setelah pengujian pengaruh dilakukan uji *post hoc* untuk mengetahui atribut variabel yang memiliki pengaruh terbesar terhadap *cybersickness*. Semua pengujian statistika dilakukan dengan menggunakan nilai alfa sebesar 0,05. Berikut pada Tabel 5 terdapat rekapitulasi hasil uji korelasi yang dilakukan.

Data GSR dan skor SSQ tidak berkorelasi dikarenakan perbedaan jenis indikator pengukuran. Selain itu, besaran nilai yang

dimiliki oleh data GSR berbeda jauh dengan besaran nilai dari skor SSQ. Setelah dilakukan uji pengujian korelasi, akan dilakukan juga pengujian pengaruh yang dapat dilihat hasilnya pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil uji korelasi

Atribut 1	Atribut 2	p-value	kesimpulan
Skor N	Skor SSQ	0	Berkorelasi
Skor O	Skor SSQ	0	Berkorelasi
Skor D	Skor SSQ	0	Berkorelasi
GSR	Skor SSQ	0,499	Tidak berkorelasi

Tabel 6. Hasil uji pengaruh

Atribut	Jenis uji	Variabel	p-value	Kesimpulan
GSR	Kruskal-Wallis	Exposure time	0,133	tidak
		Postur tubuh	0,002	berpengaruh
Skor N	ANOVA	Exposure time	0,623	tidak
		Postur tubuh	0,07	tidak
Skor O	ANOVA	Exposure time	0,784	tidak
		Postur tubuh	0,585	tidak
Skor D	ANOVA	Exposure time	0,016	berpengaruh
		Postur tubuh	0,291	tidak
Skor SSQ	Kruskal-Wallis	Exposure time	0,046	berpengaruh
		Postur tubuh	0,47	tidak

Selanjutnya dilakukan uji *post hoc* untuk ketiga atribut yang memiliki kesimpulan berpengaruh. Untuk data rata-rata GSR digunakan uji Mann-Whitney, sedangkan untuk data skor SSQ akan digunakan uji *Independent Samples* Kruskal-Wallis sebagai uji lanjutan. Uji *Independent Samples* Kruskal-Wallis dipilih dikarenakan skor SSQ tersebut berpengaruh terhadap variabel *exposure time* yang memiliki lebih dari 2 pembeda. Sementara itu, untuk skor D akan digunakan uji Tukey sebagai uji lanjutan dikarenakan pengujian pengaruh atribut ini menggunakan uji ANOVA. Pada Tabel 7 terdapat hasil uji *post hoc* untuk ketiga atribut tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian *post hoc* diperoleh hasil bahwa postur berdiri lebih berpengaruh terhadap *cybersickness*. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Munaf et

al. (2017) yang menyatakan bahwa pada responden yang melakukan banyak pergerakan akan mengalami *cybersickness*.

Tabel 7. Hasil uji *post hoc*

Atribut	Variabel	Kesimpulan
GSR	Postur tubuh	Postur berdiri memiliki pengaruh terbesar
Skor D	Exposure time	Exposure time 20 menit memiliki pengaruh terbesar.
Skor SSQ	Exposure time	Exposure time 20 menit memiliki pengaruh terbesar.

Berdasarkan pengujian *post Hoc* dapat diperoleh hasil juga bahwa pengaruh terbesar terdapat pada *exposure time* 20 menit untuk skor D dan skor SSQ. Hasil ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Saredakis et al. (2020) yang menyatakan bahwa dengan konten *gaming*, tingkat *cybersickness* akan semakin tinggi saat penggunaan VR lebih dari 10 menit dan mencapai tingkat tertinggi saat *exposure time* di antara 11-20 menit.

Usulan Rekomendasi

Usulan rekomendasi yang diberikan dapat dilihat dari 2 sisi, yakni sisi pengguna VR dan sisi pengembang VR. Dari sisi pengguna VR, diberikan usulan rekomendasi berdasarkan *exposure time* adalah saat memainkan konten VR yang membutuhkan banyak pergerakan seperti *Stride*, maka pengguna disarankan untuk tidak bermain selama lebih dari 20 menit dengan rentang waktu 10-20 menit saja. Hal ini diusulkan berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 6 dan Tabel 7 di mana skor D dan skor SSQ memiliki pengaruh terbesar pada *exposure time* 20 menit. Pada Tabel 6 ditunjukkan bahwa nilai GSR berpengaruh terhadap postur tubuh yang di mana berhubungan dengan pergerakan pengguna saat bermain VR. Oleh karena itu, sebaiknya pengguna dapat meminimasi pergerakan tubuh untuk berpindah tempat, seperti berjalan yang secara tanpa disengaja dapat dilakukan oleh pengguna saat sedang berdiri. Pergerakan kepala pun sebaiknya dikurangi dan sebaiknya dilakukan secara perlahan sehingga tingkat *cybersickness* dapat dikurangi (Jerald, 2016). Dengan meminimasi pergerakan tubuh dan pergerakan kepala secara perlahan akan menjaga postur tubuh pengguna tetap seimbang sehingga

cybersickness dapat dikurangi. Usulan rekomendasi berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Usulan berdasarkan hasil penelitian

Hasil penelitian	Usulan rekomendasi
Nilai GSR berpengaruh terhadap postur tubuh	1. Meminimasi pergerakan untuk berpindah tempat
	2. Mengurangi pergerakan kepala dan melakukan pergerakan secara perlahan
	3. Menggunakan VR dalam kondisi diam dan tenang sehingga mengurangi <i>cybersickness</i> .
Skor D dan Skor SSQ berpengaruh terhadap <i>exposure time</i>	1. Pengguna VR disarankan untuk menggunakan VR dalam rentang waktu 10-20 menit saja saat memainkan konten VR yang membutuhkan banyak pergerakan

Peneliti juga mengusulkan rekomendasi untuk pengembang konten VR di mana posisi video petunjuk yang berada di depan menghadap arah pengguna dengan jarak yang tidak terlalu dekat dengan pengguna VR. Selain itu, diusulkan juga untuk tidak terlalu sering mengubah posisi pandangan pengguna VR. Hal ini dikarenakan menurut Jerald (2016), mempertahankan posisi pandangan pengguna dalam lingkungan virtual dengan posisi yang tetap dengan posisi vertikal tegak lurus akan mengurangi *cybersickness*, khususnya faktor *disorientation*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa *exposure time* berpengaruh terhadap *cybersickness* jika diukur dengan indikator SSQ dengan pengaruh maksimal terdapat pada *exposure time* 20 menit yang memiliki nilai rata-rata SSQ sebesar 106,964. Postur tubuh juga berpengaruh terhadap *cybersickness* jika diukur dengan indikator konduktansi kulit di mana postur berdiri memiliki rata-rata GSR yang lebih tinggi, yakni 13,082 μS .

Usulan rekomendasi yang dapat diberikan bagi pengguna adalah saat memainkan konten

VR yang membutuhkan banyak pergerakan disarankan untuk tidak bermain selama lebih dari 20 menit. Selain itu, diusulkan juga untuk mengurangi pergerakan tubuh serta melakukan pergerakan kepala secara perlahan. Dari sisi pengembang konten VR, sebaiknya lebih memperhatikan aspek *User Interface* pada konten VR di mana lebih memperhatikan posisi serta jarak tampilan video petunjuk dengan mata pengguna VR. Selain itu, perubahan posisi pandangan pengguna yang tidak terlalu sering dapat dipertimbangkan bagi pengembang konten VR.

Pada penelitian selanjutnya, dapat digunakan lebih dari 1 indikator pengukuran objektif saat pengambilan data eksperimen. Selain itu, pemilihan konten VR juga dapat dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

- Brown, P., Powell, W., Dansey, N., Al-Abbadey, M., Stevens, B., & Powell, V. (2022). Virtual Reality as a Pain Distraction Modality for Experimentally Induced Pain in a Chronic Pain Population: An Exploratory Study. *Cyberpsychology behavior and social networking*, 25(1), 66-71.
<https://doi.org/10.1089/cyber.2020.0823>
- Barrett, J.. (2004). Side Effects of Virtual Environments: A Review of the Literature. Diunduh dari <https://apps.dtic.mil/sti/citations/DA426109>
- Bouchard, S., Berthiaume, M., Daudelin-Peltier, C., Forget, H., Renaud, P., & Robillard, G., (2021). Arguing in Favor of Revising the Simulator Sickness Questionnaire Factor Structure when Assessing Side Effects Induced by Immersions in Virtual Reality. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 739-742.
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.739742>
- Davis, S., Nesbitt, K., & Nalivako, E. (2015). Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters. *Proceedings of the 11th Australasian Conference on Interactive Entertainment (IE 2015)*, 167, 3-14.
- Gavani, A. M., Nesbitt, K., & Blackmore, K. L. (2017). Profiling subjective symptoms and autonomic changes associated with cybersickness. *Autonomic Neuroscience*, 203, 41-50.
<https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.12.004>

- Hendrika, A., Theresia, C., & Yogasara, T. (2020). Cybersickness Testing Of Gender And Experience Factors Using Virtual Reality. *International Journal of Engineering, Technology, and Natural Sciences*, Vol. 2(2), 63-69. <https://doi.org/10.46923/ijets.v2i2.79>
- Howard, M.C., & Van Zandt, E.C. (2021). A meta-analysis of the virtual reality problem: Unequal effects of virtual reality sickness across individual differences. *Virtual Reality*, 25,1221–1246. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00524-3>
- Islam, R., Lee, Y., Jaloli., Mehrad., Muhammad, I., Zhu, D., & Quarles, J., (2020). Automatic Detection and Prediction of Cybersickness Severity using Deep Neural Networks from user's Physiological Signals. *2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, Vol. 1, 400-411.doi: 10.1109/ISMAR50242.2020.00066.
- Jerald, J. (2016). *The VR Book: Human Centered Design for Virtual Reality*. Washington: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool.
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3
- Keshavarz, B., Hecht, H., & Lawson, B. D. (2014). Visually Induced Motion Sickness: Causes, Characteristics, and Countermeasures. In K. S. Hale, & K. M. Stanney, *Handbook of Virtual Environments* (648-697). New York: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17360-32>
- Melo, M., Sampaio, S., Barbosa, L., Vasconcelos-Raposo, J., & Bessa, M. (2016). The impact of different exposure times to 360° video experience on the sense of presence. *2016 23° Encontro Português de Computação Gráfica e Interação (EPCGI)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/EPCGI.2016.7851192>
- Moss, J. D., & Muth, E. R. (2011). Characteristics of Head-Mounted Displays and Their Effects on Simulator Sickness. *Human Factors*, 53(3), 308-319. <https://doi.org/10.1177/0018720811405196>
- Munafo, J., Diedrick, M., & Stoffregen, T. A. (2017). The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects. *Experimental Brain Research*, 235, 889–901. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4846-7>
- Pettjohn, K. A., Geyer, D., Gomez, J., Becker, W. J., & Biggs, A. T. (2018). Postural Instability and Simulator Seasickness. *Aerospace Medicine and Human Performance*, Vol. 89 (7), 634-641. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4998.2018>
- Putro, H. (2015). *Kajian Virtual Reality*. Program Studi Teknik Arsitektur dan Perencanaan Universitas Teknologi Yogyakarta.
- Saredakis, D., Birkhead, B., Szpak, A., Keage, H., Rizzo, A., & Loetscher, T. (2020). Factors associated with virtual reality sickness in head-mounted displays: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol.14, 96. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00096>
- Smith, S.P. (2021). Comparing virtual environments for cybersickness using a cumulative optical flow entropy metric. *IEEE Access*, 9, 68898–68904. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3077899>
- Solomons, M. (2023). Melampaui Realitas : 130 Statistik Realitas Virtual Untuk Tahun 2023. [Online]. Diakses dari <https://marketsplash.com/id/statistik-realitas-virtual/> [2023, 12 Juli]
- Stoffregen, T. A., Chang, C. H., Chen, F. C., & Zeng, W. J. (2017). Effects of decades of physical driving on body movement and motion sickness during virtual driving. *PLoS ONE*, 12(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187120>
- Yuldharia, D. (2016). *Selalu Mual Saat Stress dan Panik*. Alodokter. [Online], Diakses dari <https://www.alodokter.com/komunitas/topic/mual-10> [2023, 20 Agustus]