

## ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR RUANGAN DAN JENIS KEGIATAN TERHADAP CYBERSICKNESS DAN KELELAHAN FISIK

Daniel Willard<sup>1)</sup>, Elty Sarvia<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha  
e-mail: <sup>1)</sup>danielwllrd@gmail.com, <sup>2)</sup>elty.sarvia@eng.maranatha.edu

### ABSTRAK

Saat melakukan kegiatan di dunia virtual, terdapat kesenjangan antara teknologi perangkat VR dengan kemampuan tubuh manusia dalam merespons tampilan dunia virtual tersebut, disebut dengan cybersickness. Pada penelitian ini, digunakan faktor yang timbul dari luar VR, yaitu faktor lingkungan fisik mengenai temperatur ruangan. Selain itu, digunakan juga faktor yang timbul dari dalam VR, yaitu jenis pekerjaan. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan jumlah volunteer sebanyak 9 orang. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling dan volunteer memiliki rentang usia diantara 20-25 tahun. Penelitian dilakukan dengan menggunakan perangkat virtual reality dan pengukur denyut jantung. Variabel perlakuan yang digunakan adalah variabel temperatur (hangat nyaman dan nyaman optimal). Perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian ini adalah Job Simulator dengan mensimulasikan jenis pekerjaan sebagai variabel perlakuan mode (jenis pekerjaan) yaitu pekerja kantor (office worker) dan kasir toko (store clerk). Hasil dari pengujian ANOVA dua arah menunjukkan bahwa variabel temperatur, variabel mode, dan interaksi antara kedua variabel tidak memiliki pengaruh terhadap cybersickness dan kelelahan fisik. Hasil dari pengujian t berpasangan menunjukkan bahwa denyut jantung sebelum dan selama melakukan aktivitas sama. Hasil perhitungan energi menunjukkan bahwa setiap skenario yang dilakukan termasuk dalam klasifikasi tingkat pekerjaan "ringan" dan hasil rata-rata denyut jantung keseluruhan menunjukkan bahwa setiap skenario yang dilakukan termasuk dalam klasifikasi beban kerja "rendah/low". Hasil perhitungan waktu istirahat teoritis menunjukkan bahwa hampir seluruh volunteer tidak membutuhkan istirahat. Disimpulkan bahwa bermain Virtual Reality pada temperatur hangat nyaman dan nyaman optimal; dan mode jenis pekerjaan office worker dan store clerk belum menimbulkan cybersickness yang berarti selama permainan dilakukan selama 15-20 menit.

**Kata kunci:** virtual reality, cybersickness, VRSQ, pengukuran denyut jantung

### ABSTRACT

When carrying out activities in the virtual world, there is a gap between VR device technology and the human body's ability to respond to the virtual world's display, which is called cybersickness. This study uses factors that arise from outside VR, namely physical environmental factors regarding room temperature. In addition, factors that arise from within VR are also used, namely the type of work. This research is experimental with the number of volunteers as many as 9 people. The sampling technique used was purposive sampling and the volunteers had an age range between 20-25 years. The research was conducted using a virtual reality device and a heart rate meter. The variable used is the temperature variable (warm comfortable and optimal comfortable). The software used for this research is Job Simulator by simulating the type of work as a mode variable (type of work), namely office workers and store clerks. The results of the two-way ANOVA test show that the temperature variable, the mode variable, and the interaction between the two variables have no effect on cybersickness and physical fatigue. The results of the paired t-test show that the heart rate before and during the activity is the same. The results of the energy calculation show that each scenario carried out is included in the classification of "light" work levels and the results of the overall average heart rate show that each scenario carried out is included in the classification of "low/low" workload. The results of theoretical rest time calculations show that almost all volunteers do not need rest. It is concluded that playing Virtual Reality at warm and comfortable temperatures is optimal, and the office worker and store clerk job types have not caused significant cybersickness as long as the game is played for 15-20 minutes.

**Keywords:** virtual reality, cybersickness, VRSQ, heart rate measurement

## PENDAHULUAN

Menurut Jerald [1], Virtual Reality (VR) memiliki definisi sebagai lingkungan digital yang dihasilkan oleh komputer yang dapat dialami dan dapat dilakukan interaksi seolah-olah

lingkungan itu nyata. Pada *Virtual Reality* merepresentasikan dunia nyata dengan objek tiga dimensi, sehingga pengguna bisa merasakan sensasi nyata di dalam dunia maya [2,3]. Di dalam dunia maya tersebut, pengguna seolah-olah menghuni dunia yang bukan milik mereka [4]. Implementasi dari VR pun sudah banyak ditemukan dalam berbagai bidang, misalnya dalam bidang industri yang menggunakan teknologi VR sebagai alat pelatihan kerja atau simulasi. Selain itu, *Virtual Reality* juga sudah banyak digunakan dalam pendidikan dan hiburan [5,6].

Seiring dengan perkembangan teknologi VR, terciptalah suatu konsep bernama *Metaverse* dimana terdapat ruang yang memungkinkan manusia untuk dapat berinteraksi dengan objek virtual di dunia nyata dengan informasi secara *real-time* [7]. Dalam dunia *Metaverse* ini, manusia dapat berinteraksi dengan manusia lainnya, menciptakan sesuatu, bermain *games*, berolahraga, belajar, bekerja, bahkan dapat melakukan transaksi dalam dunia virtual tersebut. Hal inilah yang meningkatkan antusias pengembang untuk terus menerus memperluas dunia *Metaverse* ini. Tetapi dalam upaya untuk memasuki dunia virtual ini, diperlukan perangkat VR dan pendukungnya sebagai alat penghubung antara dunia nyata dengan dunia virtual. Perangkat tersebut terdiri dari VR *headset*, VR *controller*, *earphone*, dan perangkat pendukung lainnya. Di Indonesia, teknologi VR diterima dengan baik dan disambut antusiasme yang tinggi [8].

Dalam melakukan kegiatan di dunia virtual, terdapat kesenjangan antara teknologi perangkat VR yang digunakan dengan kemampuan tubuh manusia dalam merespons tampilan dari dunia virtual tersebut. Respon tersebut menimbulkan gejala-gejala kelelahan fisik tertentu yang tidak nyaman untuk penggunanya. Pengguna yang merasakan gejala tersebut dapat dikatakan terkena *cybersickness*. Fenomena ini timbul karena terdapat ketidakcocokan antara indera yang memberikan informasi dengan gerak yang dialami sehingga tubuh tidak tahu harus bagaimana menanganinya menurut LaViola [9]. *Cybersickness* merupakan serangkaian gejala tidak menyenangkan yang disebabkan oleh paparan virtual lingkungan dan paparan tersebut dapat berlangsung dari beberapa menit bahkan berhari-hari. Gejala paparan biasanya seperti kelelahan mata, sakit kepala, mual, bahkan muntah [10,11].

Selain itu, kelelahan fisik juga dapat timbul kepada penggunanya. Pada penggunaan VR, terdapat faktor-faktor yang langsung dirasakan oleh penggunanya, yaitu faktor dari luar VR dan dari dalam VR. Faktor lingkungan fisik merupakan faktor yang berasal dari luar VR dan dapat dirasakan secara langsung oleh pengguna di dunia nyata. Lingkungan fisik terdiri dari pencahayaan, warna, kebisingan, temperatur, kelembaban, getaran mekanis, sirkulasi udara, dan bau-bauan. Salah satu lingkungan fisik yang secara langsung dirasakan oleh pengguna VR adalah temperatur ruangan. Sementara itu, faktor yang timbul dari dalam VR adalah *visual display*, suara, konten di dalam VR, dan lain-lain. Salah satu konten yang dapat diterapkan dalam suatu perusahaan adalah simulasi pekerjaan dimana perusahaan dapat menggunakan VR sebagai media untuk melakukan pelatihan terhadap para pekerjanya. Dengan adanya faktor-faktor yang timbul baik dari dalam maupun luar VR, belum diketahui seberapa besar pengaruhnya terhadap tingkat *cybersickness* maupun kelelahan fisik. Beban kerja yang ditimbulkan dari penggunaan VR untuk simulasi pekerjaan pun belum diketahui sehingga perlu untuk dilakukan pengukuran.

Tingkat temperatur yang nyaman bagi manusia bervariasi, hal tersebut dipengaruhi oleh musim, umur, jenis kelamin, dan juga lokasi geografis. Temperatur ruangan penting untuk diperhatikan karena dapat mempengaruhi kepada tingkat kenyamanan pekerja. Apabila tidak diperhatikan dengan baik, maka dapat menyebabkan ketidaknyamanan terhadap pekerja bahkan dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Hal ini dapat meningkatkan beban kerja sehingga mudah muncul kelelahan dan keluhan serta dapat berakibat kepada menurunnya tingkat produktivitas kerja. Berikut ini merupakan

kenyamanan termal untuk daerah tropis seperti Indonesia berdasarkan SNI 03-6572-2001 [12]: sejuk nyaman antara temperatur efektif 20,5°C - 22,8°C; nyaman optimal antara temperatur efektif 22,8°C – 25,8°C; dan hangat nyaman antara temperatur efektif 25,8°C-27,1°C.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis pengaruh temperatur ruangan dan jenis pekerjaan terhadap terjadinya *cybersickness* maupun kelelahan fisik pada saat melakukan simulasi pekerjaan dengan menggunakan VR; mengidentifikasi dan menganalisis beban kerja pada saat melakukan simulasi pekerjaan dengan menggunakan VR, dan mengidentifikasi dan menganalisis perbedaan denyut jantung pada saat sebelum dan selama melakukan simulasi pekerjaan dengan menggunakan VR.

## METODE PENELITIAN

Volunter yang berpartisipasi pada skenario penelitian ini memiliki rentang usia diantara 20-25 tahun dan tidak dibatasi apakah volunter tersebut pernah menggunakan VR atau tidak pernah sama sekali. Selain itu, volunter pun tidak dibatasi apakah mudah terkena *motion sickness* atau tidak karena hal ini dapat menjadi pertimbangan tambahan pada bagian analisis penelitian ini. Pada penelitian ini, terdapat jumlah perlakuan atau *treatment* sebanyak 4. Dalam melakukan penentuan jumlah volunter, digunakan rumus Federer dalam [13] untuk penelitian yang bersifat eksperimen sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned} (t-1)(r-1) &> 15 \\ (4-1)(r-1) &> 15 \\ (r-1) &> \frac{15}{3} \\ r &> 6 \end{aligned} \quad \begin{aligned} &\text{Dimana:} \\ t &= \text{treatment (perlakuan)} \\ r &= \text{jumlah volunter} \end{aligned}$$

Adapun variabel dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Independen: Tiap volunter tidak akan ditentukan jumlah jam tidurnya oleh peneliti sehingga durasi tidur menjadi variabel independen. Selain itu, temperatur ruangan dan mode permainan (jenis pekerjaan) juga merupakan variabel independen yang digunakan di dalam penelitian ini. Adapun temperatur ruangan yang akan dibandingkan adalah temperatur ruangan hangat nyaman ( $\pm 26,7^\circ\text{C}$ ) dan temperatur ruangan nyaman optimal ( $\pm 23,6^\circ\text{C}$ ). Sementara itu, jenis pekerjaan yang akan dibandingkan adalah mode *office worker* dan mode *store clerk*.
2. Variabel Dependen yaitu tingkat volunter mengalami *cybersickness* yang dipengaruhi oleh temperatur ruangan dan mode permainan (jenis pekerjaan).
3. Variabel Kontrol: Variabel kontrol yang digunakan adalah rentang usia volunter, waktu pengambilan data, lokasi pengambilan data, aktivitas yang dilakukan pada tiap skenario, dan posisi tubuh volunter pada saat melakukan setiap skenario.

Pengukuran subjektif dilakukan dengan metode *Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ)* untuk mengukur *cybersickness*, sementara itu pengukuran objektif dilakukan dengan metode pengukuran denyut jantung untuk mengukur kelelahan fisik. Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam eksperimen adalah Oculus Quest 2 *Stand Alone Virtual Reality Headset*; *Portable Computer* (PC) yang digunakan untuk menjalankan *software* yang akan disambungkan dengan perangkat VR; Kabel USB 3.2 Generasi 1 untuk Oculus Quest *Link*. Mi *Smart Band 5* digunakan untuk mengukur denyut jantung volunter; *Handphone* Redmi Note 9 yang digunakan untuk melihat hasil pengukuran denyut jantung volunter; *Air Conditioner* yang digunakan untuk mengkondisikan temperatur ruangan eksperimen dilakukan; Mi *Temperature and Humidity Monitor 2* yang digunakan untuk mengukur temperatur ruangan eksperimen dilakukan.



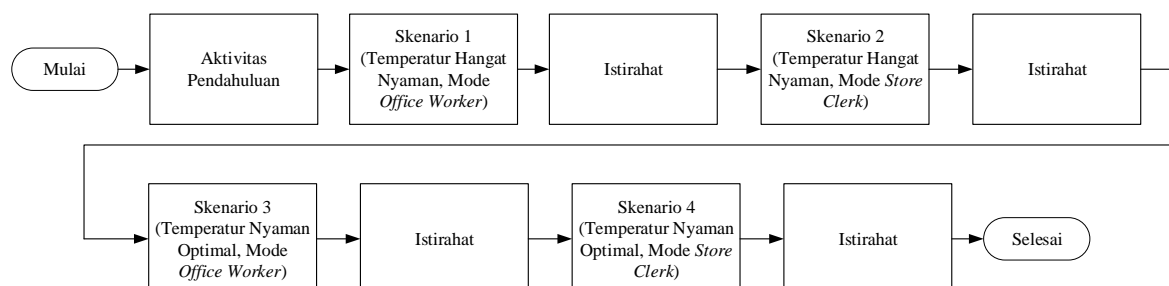
Gambar 1. Perangkat Keras yang digunakan di Eksperimen

Perangkat lunak (*software*) untuk mendukung proses pengumpulan data adalah permainan *Job Simulator*, aplikasi Zepp Life (MiFit), Aplikasi Minitab. *Job Simulator* merupakan media yang mensimulasikan beberapa jenis pekerjaan seperti pekerja kantor (*office worker*), koki restoran (*gourmet chef*), kasir toko (*store clerk*), dan montir bengkel (*auto mechanic*). Aplikasi *Zepp Life* (MiFit) digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran denyut jantung yang diukur sebelum, selama, dan setelah volunteer melakukan setiap skenario. Aplikasi ini diakses melalui *handphone*. Aplikasi Minitab digunakan untuk mengolah data dengan melakukan pengujian statistik (ANOVA) untuk selanjutnya menjadi dasar analisis.

Tahapan awal adalah volunteer diminta untuk mengisi form pernyataan persetujuan keikutsertaan dalam eksperimen (*Informed Consent*). Dalam *Informed Consent* juga memberikan informasi mengenai prosedur eksperimen dan urutan eksperimen serta mendapatkan persetujuan volunteer untuk mengikuti eksperimen. Setelah disetujui, volunteer diminta untuk mengisi lembar profil yang terdiri dari usia, jenis kelamin, dan data-data lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Volunteer diminta melakukan dua aktivitas dengan menggunakan perangkat VR, yaitu bermain game *Job Simulator* dengan mode *Office Worker* dan *Store Clerk*. Pada mode *Office Worker* terdapat 13 pekerjaan dan mode *Store Clerk* terdapat 17 pekerjaan yang dilakukan oleh volunteer. Kedua aktivitas tersebut dilakukan pada dua kondisi, yaitu temperatur hangat nyaman dan temperatur nyaman optimal. Estimasi waktu volunteer melakukan aktivitas adalah selama 15-20 menit. Pada awalnya volunteer akan berada pada lobby dari permainan ini. Kondisi yang diberlakukan dan durasi pada setiap scenario dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1:

Tabel 1. Desain Eksperimen

Skenario	Temperatur	Mode
1	Normal	<i>Office Worker</i>
2	Normal	<i>Store Clerk</i>
3	Dingin	<i>Office Worker</i>
4	Dingin	<i>Store Clerk</i>

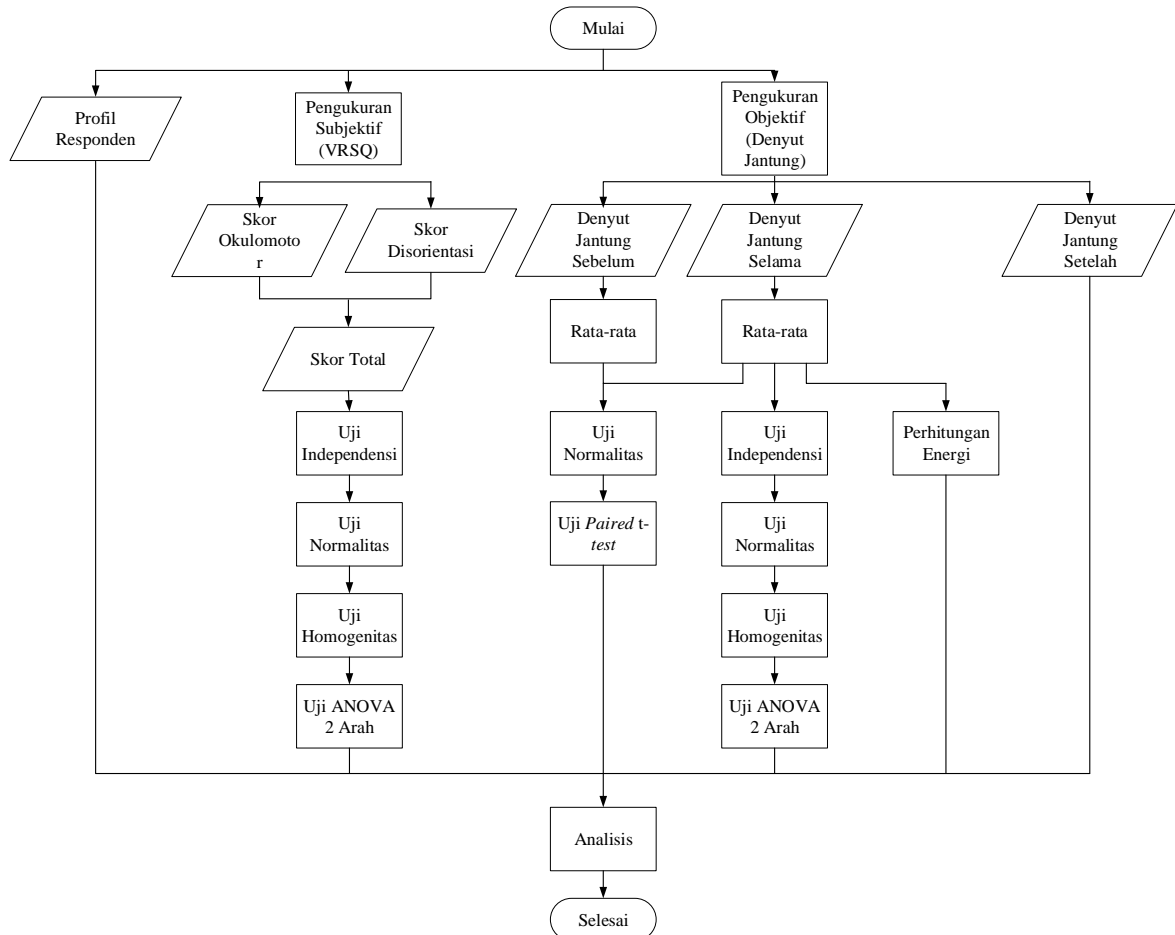


Gambar 2. Urutan Eksperimen

Istirahat dilakukan setelah volunteer melakukan tiap skenario. Istirahat dilakukan sampai denyut jantung volunteer kembali ke kondisi awal. Pada saat istirahat, volunteer diminta untuk mengisi *Virtual Reality Sickness Questionnaire* (VRSQ) dan melakukan pengukuran denyut jantung.

VRSQ digunakan untuk mengumpulkan data mengenai gejala *cybersickness* yang dirasakan oleh volunteer setelah menggunakan VR. Setelah data dikumpulkan, akan diolah menggunakan uji statistik yang diperlihatkan pada Gambar 3.

Gambar 3 merupakan alur pengolahan data di dalam penelitian ini:



Gambar 3. Alur Pengolahan Data

Pada Gambar 4 terlihat tampilan mode pekerjaan dalam penelitian ini:

*Office Worker*



Pada mode ini, volunteer akan melakukan simulasi menjadi pekerja kantoran yang melakukan berbagai kegiatan di kantor.

*Store Clerk*



Pada mode ini, volunteer akan melakukan simulasi menjadi kasir yang melakukan berbagai kegiatan di *mini market*.

Gambar 4. Tampilan Mode Office Worker dan Store Clerk pada Job Simulator

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data, didapatkan bahwa sebanyak 56% volunteer sudah pernah menggunakan VR dan sebanyak 44% volunteer tidak pernah menggunakan VR. Berdasarkan hasil pada profil volunteer, terdapat sebanyak 78% volunteer yang memiliki durasi tidur kurang dari 7 jam dan hanya sebanyak 22% yang memiliki durasi tidur antara 7 – 9 jam. Menurut hasil penelitian [14], didapatkan bahwa terdapat korelasi negatif antara durasi tidur dengan akumulasi kelelahan kerja. Semakin tingginya durasi tidur, maka akan semakin rendah akumulasi kelelahan kerja, dan sebaliknya. Hal ini menunjukkan bahwa kelelahan yang dirasakan oleh volunteer dapat juga dipengaruhi oleh durasi tidur yang kurang. Selain durasi tidur, kegiatan yang dilakukan oleh volunteer sebelum eksperimen pun beragam, mulai dari makan, melakukan pengambilan data untuk tugas akhir, bimbingan tugas akhir, mengendarai sepeda motor, mengajar, dan menonton *Youtube*.

Data yang dikumpulkan adalah profil volunteer, denyut jantung (sebelum, selama, dan setelah aktivitas), dan *Virtual Reality Sickness Questionnaire* (VRSQ). Tabel 2 merupakan kesimpulan hasil pengujian asumsi ANOVA untuk skor VRSQ:

Tabel 2. Kesimpulan Hasil Pengujian Asumsi ANOVA untuk VRSQ

Pengujian Asumsi	Pengujian Statistik	Hipotesis	Penentu Keputusan	Hasil	Keputusan	Kesimpulan
Normalitas	Shapiro-Wilk	H0 : Data berdistribusi normal H1 : Data tidak berdistribusi normal	Sig. > 0,05	Sig. Temperatur Hangat Nyaman = 0,166 Sig. Temperatur Nyaman Optimal = 0,207 Sig. Mode <i>Office Worker</i> = 0,623 Sig. Mode <i>Store Clerk</i> = 0,101	Terima H0	Normal
Independensi	Durbin-Watson Test	H0 : Data independen H1 : Data tidak independen	1 < nilai Durbin-Watson < 3	Nilai Durbin-Watson = 2,106	Terima H0	Independen
Homogenitas	Levene Test	H0 : Data homogen H1 : Data tidak homogen (heterogen)	Sig. > 0,05	Sig. Variabel Temperatur = 0,46 Sig. Variabel Mode = 0,088	Terima H0	Homogen

Tabel 3. *Output* Uji ANOVA Dua Arah Skor VRSQ  
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Temperatur	1	18,54	18,538	0,53	0,472
Mode	1	6,96	6,964	0,20	0,658
Temperatur*Mode	1	12,06	12,056	0,34	0,561
Error	32	1118,67	34,959		
Total	35	1156,23			

Seluruh pengujian asumsi ANOVA untuk skor VRSQ terpenuhi. Maka dari itu, skor VRSQ dapat diolah dengan menggunakan ANOVA. Berdasarkan hasil *output* uji ANOVA dua arah untuk skor VRSQ pada Tabel 3, didapatkan bahwa nilai p untuk variabel temperatur adalah 0,472 (>0,05), nilai p untuk variabel mode adalah 0,658 (>0,05), dan nilai p untuk interaksi kedua variabel adalah 0,561 (>0,05). Keputusan yang diambil adalah terima H<sub>0</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa variabel temperatur (kolom) dan variabel mode (baris) tidak memiliki pengaruh terhadap *cybersickness*. Selain itu, interaksi antara variabel temperatur dan variabel mode juga tidak memiliki pengaruh terhadap *cybersickness*.

Kesimpulan hasil pengujian asumsi ANOVA untuk data denyut jantung disajikan pada Tabel 4:

Tabel 4. Kesimpulan Hasil Pengujian Asumsi ANOVA untuk Data Denyut Jantung

Pengujian Asumsi	Pengujian Statistik	Hipotesis	Penentu Keputusan	Hasil	Keputusan	Kesimpulan
Normalitas	Shapiro-Wilk	H0 : Data berdistribusi normal H1 : Data tidak berdistribusi normal	Sig. > 0,05	Sig. Temperatur Hangat Nyaman = 0,477 Sig. Temperatur Nyaman Optimal = 0,182 Sig. Mode <i>Office Worker</i> = 0,275 Sig. Mode <i>Store Clerk</i> = 0,381	Terima H0	Normal
Independensi	Durbin-Watson Test	H0 : Data independen H1 : Data tidak independen	1 < nilai Durbin-Watson < 3	Nilai Durbin-Watson = 1,751	Terima H0	Independen
Homogenitas	Levene Test	H0 : Data homogen H1 : Data tidak homogen (heterogen)	Sig. > 0,05	Sig. Variabel Temperatur = 0,811 Sig. Variabel Mode = 0,438	Terima H0	Homogen

Tabel 5. *Output* Uji ANOVA Dua Arah Data Denyut Jantung  
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Temperatur	1	0,35	0,3499	0,01	0,933
Mode	1	0,65	0,6455	0,01	0,909
Temperatur*Mode	1	6,01	6,0089	0,12	0,728
Error	32	1566,94	48,9667		
Total	35	1573,94			

Seluruh pengujian asumsi ANOVA untuk data denyut jantung terpenuhi. Maka dari itu, data denyut jantung dapat diolah dengan menggunakan ANOVA. Berdasarkan hasil *output* uji ANOVA dua arah data denyut jantung pada Tabel 5, didapatkan bahwa nilai p untuk variabel temperatur adalah 0,933 ( $>0,05$ ), nilai p untuk variabel mode adalah 0,909 ( $>0,05$ ), dan nilai p untuk interaksi kedua variabel adalah 0,728 ( $>0,05$ ). Keputusan yang diambil adalah terima  $H_0$ . Hal ini menunjukkan bahwa variabel temperatur (kolom) dan variabel mode (baris) tidak memiliki pengaruh. Selain itu, interaksi antara variabel temperatur dan variabel mode juga tidak memiliki pengaruh.

Tabel 6 merupakan hasil pengujian normalitas data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas:

Tabel 6. Kesimpulan Hasil Pengujian Asumsi ANOVA untuk Data Denyut Jantung

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Sebelum_1	.215	9	.200*	.957	9	.767
Selama_1	.211	9	.200*	.960	9	.803
Sebelum_2	.247	9	.121	.914	9	.343
Selama_2	.206	9	.200*	.897	9	.235
Sebelum_3	.191	9	.200*	.901	9	.255
Selama_3	.192	9	.200*	.917	9	.366
Sebelum_4	.199	9	.200*	.948	9	.672
Selama_4	.142	9	.200*	.949	9	.678

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan *output* uji normalitas data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas, didapatkan bahwa seluruh data memiliki nilai signifikansi  $>0,05$ . Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa seluruh data denyut jantung sebelum dan sesudah aktivitas tiap skenario berdistribusi normal (terima  $H_0$ ), sehingga dapat diteruskan pada pengujian t berpasangan.

Tabel 7. *Output* Hasil Pengujian t Berpasangan untuk Data Denyut Jantung

Skenario 1 :

		Paired Samples Test							
		Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	Sebelum_1 - Selama_1	1.08467	13.21018	4.40339	-9.06958	11.23891	.246	8	.812

Skenario 2 :

		Paired Samples Test							
		Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	Sebelum_2 - Selama_2	-1.65344	12.54329	4.18110	-11.29507	7.98818	-.395	8	.703

Skenario 3 :

		Paired Samples Test							
		Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	Sebelum_3 - Selama_3	-1.22400	16.34993	5.44998	-13.79167	11.34367	-.225	8	.828



Lanjutan Tabel 7. *Output* Hasil Pengujian t Berpasangan untuk Data Denyut Jantung

		Paired Samples Test							
				Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Skenario 4 :	Pair 1 Sebelum_4 - Selama_4	-1.32800	10.33246	3.44415	-9.27023	6.61423	-.386	8	.710

Hasil pengujian t berpasangan data denyut jantung pada Tabel 7 sebelum dan selama aktivitas pada skenario 1, didapatkan bahwa nilai signifikansi yang dihasilkan adalah 0,812 ( $>0,05$ ). Dapat disimpulkan bahwa rata-rata data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas pada skenario 1 adalah sama (terima  $H_0$ ); Berdasarkan hasil pengujian t berpasangan data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas pada skenario 2, didapatkan bahwa nilai signifikansi yang dihasilkan adalah 0,703 ( $>0,05$ ). Dapat disimpulkan bahwa rata-rata data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas pada skenario 2 adalah sama (terima  $H_0$ ). Berdasarkan hasil pengujian t berpasangan data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas pada skenario 3, didapatkan bahwa nilai signifikansi yang dihasilkan adalah 0,828 ( $>0,05$ ). Dapat disimpulkan bahwa rata-rata data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas pada skenario 3 adalah sama (terima  $H_0$ ). Berdasarkan hasil pengujian t berpasangan data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas pada skenario 4, didapatkan bahwa nilai signifikansi yang dihasilkan adalah 0,71 ( $>0,05$ ). Dapat disimpulkan bahwa rata-rata data denyut jantung sebelum dan selama aktivitas pada skenario 4 adalah sama (terima  $H_0$ ).

Menurut Susanti et al. [15], untuk merumuskan hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan denyut jantung  $Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733.10^{-4}X^2$  dimana  $Y$  = energi (kilokalori per menit) dan  $X$  = kecepatan denyut jantung (bpm). Hubungan antara tingkat pekerjaan dengan konsumsi energi adalah sebagai berikut ini:

Tabel 8. Hubungan Antara Tingkat Pekerjaan dengan Konsumsi Energi[16]

Tingkat Pekerjaan	Energi Ekspenditure		Detak Jantung (bpm)	Konsumsi Oksigen (Liter/mnt)
	Kkal/mnt	Kkal/8 jam		
Undully Heavy	> 12.5	> 6000	> 175	> 2.5
Very Heavy	10 - 12.5	4800 - 6000	150 - 175	2 - 2.5
Heavy	7.5 - 10	3600 - 4800	125 - 175	1.5 - 2
Moderate	5 - 7.5	2400 - 3600	100 - 125	1 - 1.5
Light	2.5 - 5	1200 - 2400	60 - 100	0.5 - 1
Very Light	< 2.5	< 1200	< 60	< 0.5

Perhitungan waktu istirahat teoritis menggunakan rumus berikut ini:

$$R = \frac{T \times (W - S)}{W - 1,5}$$

Dimana:  $R$  = istirahat yang dibutuhkan (menit);  $T$  = total waktu kerja (menit);  $W$  = konsumsi energi rata-rata untuk bekerja (kkal/menit);  $S$  = pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan (kkal/menit) biasanya 4 atau 5 kkal/menit

Berdasarkan hasil perhitungan energi pada skenario 1, didapatkan bahwa seluruh volunteer termasuk dalam klasifikasi tingkat pekerjaan “ringan”. Berdasarkan hasil perhitungan energi pada skenario 2, didapatkan bahwa seluruh volunteer termasuk dalam klasifikasi tingkat pekerjaan “ringan”. Berdasarkan hasil perhitungan energi pada skenario 3, didapatkan bahwa seluruh volunteer termasuk dalam klasifikasi tingkat pekerjaan “ringan”. Berdasarkan hasil perhitungan energi pada skenario 4, didapatkan bahwa seluruh volunteer termasuk dalam klasifikasi tingkat pekerjaan “ringan”. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa seluruh volunteer pada tiap skenario termasuk dalam klasifikasi yang sama, yaitu “ringan”.

Berdasarkan hasil perhitungan waktu istirahat teoritis pada skenario 1, didapatkan bahwa volunteer 6 membutuhkan waktu istirahat selama 1,811 menit. Sementara itu, volunteer



lainnya tidak membutuhkan istirahat karena memiliki hasil perhitungan yang negatif. Berdasarkan hasil perhitungan waktu istirahat teoritis pada skenario 2, didapatkan bahwa seluruh volunteer tidak membutuhkan istirahat karena memiliki hasil perhitungan yang negatif. Berdasarkan hasil perhitungan waktu istirahat teoritis pada skenario 3, didapatkan bahwa volunteer 9 membutuhkan waktu istirahat selama 0,085 menit. Sementara itu, volunteer lainnya tidak membutuhkan istirahat karena memiliki hasil perhitungan yang negatif. Berdasarkan hasil perhitungan waktu istirahat teoritis pada skenario 4, didapatkan bahwa seluruh volunteer tidak membutuhkan istirahat karena memiliki hasil perhitungan yang negatif.

### **Analisis Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ)**

Kuesioner VRSQ memiliki batas skor dari 0 sampai 100. Tetapi hasil skor total VRSQ pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai maksimum dari seluruh volunteer hanya sebesar 30. Nilai tersebut menunjukkan bahwa dari seluruh volunteer, *cybersickness* yang terjadi paling tinggi adalah sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa *cybersickness* yang timbul setelah menggunakan VR tidak terlalu besar. Menurut LaViola [9], *cybersickness* timbul kepada pengguna VR karena terdapat isu dari teknologi VR yang digunakan dan juga faktor individual. Pada penelitian ini, isu yang timbul dari teknologi adalah tampilan VR yang terkadang kurang jelas sehingga pandangan dari volunteer sedikit kabur. Selain itu, beberapa kali volunteer memberi keluhan dimana tampilan VR menjadi gelap. Hal tersebut dikarenakan perangkat VR tidak mendeteksi mata dengan baik karena terhalang oleh masker mata untuk VR. Tetapi isu teknologi tersebut hanya terjadi 1-2 kali dalam eksperimen sehingga tidak terlalu mempengaruhi. Faktor individual yang dapat mempengaruhi terjadinya *cybersickness* adalah jenis kelamin, usia, penyakit bawaan, dan posisi pada saat menggunakan VR. Menurut LaViola [9], rentang usia yang mudah terkena *cybersickness* adalah diantara usia 2-12 tahun, namun rentang usia volunteer pada penelitian ini adalah 21-24 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa volunteer pada penelitian ini tidak terlalu merasakan gejala *cybersickness* karena faktor usia. Terdapat kesenjangan yang timbul antara teknologi perangkat VR dengan kemampuan tubuh manusia dalam merespons tampilan dari dunia virtual yang ditampilkan. Respons tersebut menimbulkan gejala-gejala yang tidak nyaman dirasakan. Fenomena ini timbul karena terdapat ketidakcocokan antara indera yang memberikan informasi dengan gerak yang dialami sehingga tubuh tidak tahu harus bagaimana menanganinya [9]. Biasanya fenomena seperti ini disebut dengan *cybersickness*. Fenomena *cybersickness* memiliki gejala-gejala yang mirip dengan *motion sickness*, yaitu mata tegang, sakit kepala, muka pucat, berkeringat, mulut kering, perut terasa penuh, disorientasi, vertigo, ataxia, mual, dan muntah-muntah. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya *cybersickness* pada saat menggunakan VR adalah teknologi yang digunakan dan faktor individu. Hal ini menunjukkan bahwa volunteer pada penelitian ini tidak terlalu merasakan fenomena *cybersickness* seperti yang disebutkan.

*Virtual Reality Sickness Questionnaire* (VRSQ) merupakan kuesioner yang digunakan untuk mengukur tingkat VR *sickness* atau *cybersickness* pada seseorang yang menggunakan VR. VRSQ sendiri merupakan pengembangan oleh Kim et al. [17] dari *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) yang dianggap kurang cocok untuk mendeteksi *cybersickness* pada saat menggunakan VR karena SSQ diarahkan untuk simulator yang menghasilkan gerakan pada seluruh tubuh. Sedangkan VR hanya gerakan pada tubuh bagian atas seperti kepala, tangan, dan lain-lain. VRSQ menghilangkan beberapa bagian *nausea* dari SSQ yang dinilai tidak sesuai dengan penggunaan VR. Maka dari itu, dalam VRSQ hanya terdapat dua komponen besar, yaitu *oculomotor* dan *disorientation*. Kuesioner ini memiliki 9 buah pertanyaan yang akan dijawab secara subjektif, dengan skala 0 sampai 3. Skala 0 berarti tidak sama sekali, skala 1 berarti ringan, skala 2 berarti sedang, dan skala 3 berarti parah.

Pada hasil pengujian ANOVA untuk VRSQ, didapatkan bahwa variabel temperatur, variabel mode, dan interaksi antar kedua variabel tidak memiliki pengaruh terhadap skor total dari VRSQ. Meskipun variabel temperatur tidak memiliki pengaruh terhadap *cybersickness*, tetapi variabel temperatur memberikan kesan kenyamanan yang berbeda kepada tiap volunter. Pada profil volunter terdapat pertanyaan mengenai temperatur yang lebih nyaman menurut volunter. Hasil pengumpulan profil volunter menyatakan bahwa sebanyak 78% volunter lebih nyaman pada kondisi temperatur nyaman optimal dan sebanyak 22% volunter lebih nyaman pada kondisi temperatur hangat nyaman. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh iklim yang dirasakan pada saat eksperimen dilakukan, dimana volunter merasakan lebih nyaman apabila menggunakan AC didalam ruangan. Adapun kenyamanan termal untuk daerah tropis seperti Indonesia berdasarkan SNI 03-6572-2001: Sejuk nyaman antara temperatur efektif 20,5°C - 22,8°C; Nyaman optimal antara temperatur efektif 22,8°C – 25,8°C; Hangat nyaman antara temperatur efektif 25,8°C-27,1°C. Adapun zona kenyamanan termal untuk orang Indonesia umumnya diambil 25°C ± 1°C.

Selain skor total, okulomotor dan disorientasi merupakan bagian dari hasil pengumpulan data VRSQ. Menurut Hendrika et al. [18], okulomotor merupakan gejala *cybersickness* yang berhubungan dengan sistem visual dan disorientasi merupakan gejala *cybersickness* yang berhubungan dengan sistem keseimbangan tubuh. Berdasarkan hasil penelitian ini, didapatkan bahwa rata-rata skor okulomotor memiliki nilai yang lebih tinggi (22,454) dibandingkan dengan rata-rata skor disorientasi (15,926), yang terlihat pada Tabel 9. Hal ini menunjukkan bahwa gejala *cybersickness* yang dirasakan oleh volunter banyak yang berhubungan dengan sistem visual. Gejala-gejala yang dirasakan adalah tidak nyaman, lelah, mata tegang, dan sulit untuk fokus. Ketidaknyamanan tersebut dapat ditimbulkan oleh teknologi VR yang digunakan maupun faktor individual.

Tabel 9. Skor VRSQ Okulomotor dan Disorientasi

Skor VRSQ	Okulomotor	Disorientasi
Rata-rata	22.454	15.926

Hasil temuan tersebut diperkuat dengan salah satu pertanyaan yang diajukan kepada volunter pada profil volunter, yaitu faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *cybersickness* pada saat menggunakan VR. Beberapa volunter memiliki pendapat bahwa *cybersickness* yang terjadi adalah sebagian besar pada sistem visual (okulomotorik) yaitu sinar yang terlalu terang menyebabkan ketidaknyamanan pada pandangan mata dan pandangan yang kabur menyebabkan sulit untuk fokus. Selain itu, terdapat juga beberapa volunter yang berpendapat bahwa *cybersickness* yang terjadi adalah pada sistem keseimbangan tubuh (disorientasi) yaitu VR yang berat menyebabkan kepala terasa berat dan tali VR yang kurang nyaman menyebabkan kepala terasa seperti tertekan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan VR dapat menyebabkan ketidaknyamanan tertentu, baik dari sistem visual dan sistem keseimbangan tubuh.

### **Analisis Denyut Jantung**

Menurut Nurmiyanto [16], denyut jantung yang meningkat dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantara adalah temperatur di sekitar yang tinggi, pembebanan otot statis yang tinggi, dan semakin sedikitnya otot yang terlibat dalam suatu kondisi kerja. Pengukuran denyut jantung dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata denyut jantung volunter pada seluruh skenario didalam eksperimen. Pada hasil pengolahan data dengan menggunakan pengujian ANOVA dua arah, didapatkan bahwa variabel temperatur, variabel mode, serta interaksi antar kedua variabel tidak mempengaruhi denyut jantung volunter. Selain itu, perbedaan rata-rata denyut jantung pada variabel temperatur dan variabel mode

(jenis pekerjaan) pun memiliki nilai yang tidak berbeda jauh. Pada variabel temperatur yang dapat dilihat Tabel 10, rata-rata denyut jantung pada temperatur hangat nyaman lebih tinggi (87,379) dibandingkan dengan rata-rata denyut jantung pada temperatur nyaman optimal (87,182). Hal ini menunjukkan bahwa kelelahan fisik lebih terasa pada temperatur hangat nyaman, walaupun selisih rata-rata denyut jantung hanya sebesar 0,197.

Tabel 10. Rata-rata Denyut Jantung Variabel Temperatur

Rata-rata Denyut Jantung	Temperatur		Selisih
	Hangat Nyaman	Nyaman Optimal	
	87.379	87.182	0.197

Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan pada profil volunteer mengenai temperatur yang lebih nyaman untuk menggunakan VR. Sebanyak 78% volunteer menyatakan bahwa temperatur nyaman optimal lebih nyaman dibandingkan dengan temperatur hangat nyaman. Pada variabel mode yang dapat dilihat pada Tabel 11, rata-rata denyut jantung pada mode *office worker* lebih tinggi (87,414) dibandingkan dengan rata-rata denyut jantung pada mode *store clerk* (87,146).

Tabel 11. Rata-rata Denyut Jantung Variabel Mode

Rata-rata Denyut Jantung	Mode		Selisih
	<i>Office Worker</i>	<i>Store Clerk</i>	
	87.414	87.146	0.268

Hasil tersebut menunjukkan bahwa volunteer lebih nyaman pada saat melakukan mode *store clerk*, sesuai dengan pernyataan beberapa volunteer yang lebih menyukai mode ini dibandingkan dengan mode *office worker*. Sehingga dengan lebih tingginya rata-rata denyut jantung, dapat dikatakan bahwa mode *office worker* lebih menimbulkan kelelahan fisik walaupun hanya berbeda 0,268 dengan mode *store clerk*. Seluruh rata-rata denyut jantung tersebut memiliki nilai diantara 75-100 yang termasuk kedalam kategori beban kerja yang rendah/low. Hal ini menunjukkan bahwa volunteer pada penelitian ini membutuhkan oksigen sebanyak 0,5 – 1 liter/menit dengan ventilasi paru-paru sebanyak 11 – 20 liter/menit dan temperatur rektal sebesar 37,5°C.

Perhitungan energi digunakan untuk mengetahui seberapa besar energi yang digunakan oleh volunteer pada saat menggunakan VR. Hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui klasifikasi tingkat pekerjaan, mulai dari sangat ringan hingga terlalu berat. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa seluruh skenario termasuk kedalam klasifikasi tingkat pekerjaan yang “ringan”. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pekerjaan yang ditimbulkan pada saat menggunakan VR adalah ringan dikarenakan oleh simulasi pekerjaan yang dilakukan oleh volunteer cukup mudah dan tidak memerlukan energi yang berlebihan.

Setelah menggunakan VR, volunteer beristirahat untuk mengembalikan kondisi seperti semula. Berdasarkan hasil perhitungan waktu istirahat teoritis, didapatkan bahwa hampir seluruh volunteer pada tiap skenario tidak membutuhkan istirahat karena beban pekerjaan yang ringan. Tetapi waktu istirahat aktual dari tiap volunteer mulai dari 1 menit hingga 6 menit. Hal ini dapat diakibatkan oleh perilaku dari volunteer pada saat pengukuran denyut jantung setelah aktivitas yang membuat denyut jantung volunteer kembali ke semula lebih lama, misalnya mengobrol.

Denyut jantung yang diukur pada saat sebelum dan selama skenario kemudian dibandingkan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara kedua data tersebut. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan uji t berpasangan, didapatkan bahwa rata-rata denyut jantung sebelum dan selama pada seluruh skenario adalah

sama. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara denyut jantung sebelum melakukan skenario dan selama melakukan skenario. Hal ini dapat disebabkan oleh elemen gerakan yang digunakan didalam eksperimen tidak terlalu beragam dan bersifat repetitif.

## **KESIMPULAN**

Temperatur ruangan (hangat nyaman dengan temperatur  $\pm 26,7^{\circ}\text{C}$  dan nyaman optimal dengan temperatur  $\pm 23,6^{\circ}\text{C}$ ) dan mode jenis pekerjaan (*office worker* dan *store clerk*) tidak berpengaruh terhadap terjadinya *cybersickness* dan kelelahan fisik berdasarkan hasil pengolahan menggunakan pengujian ANOVA. Penggunaan VR untuk melakukan simulasi kerja termasuk dalam kategori beban kerja yang rendah/*low* berdasarkan rata-rata denyut jantung tiap skenario yang dihubungkan dengan kategori beban kerja. Selain itu, penggunaan VR untuk melakukan simulasi kerja memiliki tingkat pekerjaan yang ringan berdasarkan hasil perhitungan energi. Selain itu, rata-rata denyut jantung pada saat sebelum dan selama penggunaan VR adalah sama berdasarkan hasil pengujian t berpasangan dengan untuk keempat skenario. Bermain Virtual Reality pada temperatur hangat nyaman dan nyaman optimal; dan mode jenis pekerjaan *office worker* dan *store clerk* belum menimbulkan *cybersickness* yang berarti selama permainan dilakukan tidak lebih dari 20 menit.

Saran bagi penelitian selanjutnya adalah menggunakan volunteer dengan rentang usia yang lebih luas, misalnya membandingkan volunteer dengan usia anak-anak, remaja, dan dewasa; membandingkan tingkat *cybersickness* berdasarkan banyaknya gerakan yang digunakan didalam VR. Kegiatan yang dibandingkan antara lain kegiatan yang hanya memerlukan gerakan kepala (misalnya menonton video  $360^{\circ}$ ), kegiatan yang memerlukan gerakan kepala dan tangan (misalnya bermain *game Beat Saber*), dan kegiatan yang memerlukan gerakan kepala, tangan, dan badan (misalnya menjelajahi dunia *Metaverse*) dan menggunakan perbedaan temperatur ruangan yang dibandingkan lebih jauh satu dengan yang lainnya.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kepada pihak Laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi Program Studi Teknik Industri-Universitas Kristen Maranatha yang telah memfasilitasi eksperimen dalam penelitian ini. Terima kasih kepada volunteer yang sudah bersedia meluangkan waktu untuk ikut dalam eksperimen ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] J. Jerald, *The VR Book Human-Centered Design for Virtual Reality*, First. Morgan & Claypool, 2016.
- [2] M. Fadli Prathama, D. Kuswardani, and A. Dahroni, "Perancangan Virtual Reality Dalam Mengetahui Gejala Acrophobia," *Jurnal PETIR*, Vol. 12, No. 1, pp. 93–100, 2019.
- [3] I. Irfan, C. H. Primasari, T. A. P. Sidhi, Y. P. Wibisono, D. B. Setyohadi, and M. Cininta, "Analisis Cybersickness Pada Permainan Metaverse Gamelan Demung Virtual Reality," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, Vol. 7, No. 1, p. 126, 2023, doi: 10.26798/jiko.v7i1.754.
- [4] S. Weech, S. Kenny, M. Lenizky, and M. Barnett-Cowan, "Narrative and gaming experience interact to affect presence and cybersickness in virtual reality," *Int J Hum Comput Stud*, Vol. 138, p. 102398, 2020.
- [5] D. Kamińska, T. Sapiński, S. Wiak, T. Tikk, R.E. Haamer, E. Avots, A. Helmi, C. Ozcinar, G. Anbarjafari, "Virtual reality and its applications in education: Survey," *Information*, Vol. 10, No. 10, p. 318, 2019.

- [6] A. Mehrfard, J. Fotouhi, G. Taylor, T. Forster, N. Navab, and B. Fuerst, “A comparative analysis of virtual reality head-mounted display systems,” *arXiv preprint arXiv:1912.02913*, 2019.
- [7] G. Pryor and S. Sessa, “Reed Smith Guide to the Metaverse,” Vol. 1, No. 1, 2021.
- [8] BAKTI Kominfo, “Membahas Perkembangan AR dan VR di Indonesia,” 2019. [https://www.baktikominfo.id/id/informasi/pengetahuan/membahas\\_perkembangan\\_ar\\_dan\\_vr\\_di\\_indonesia-1050](https://www.baktikominfo.id/id/informasi/pengetahuan/membahas_perkembangan_ar_dan_vr_di_indonesia-1050) (accessed Feb. 23, 2022).
- [9] J. J. LaViola, “A discussion of cybersickness in virtual environments,” *ACM SIGCHI Bulletin*, Vol. 32, No. 1, pp. 47–56, 2000, doi: 10.1145/333329.333344.
- [10] L. Rebenitsch and C. Owen, “Review on cybersickness in applications and visual displays,” *Virtual Real*, Vol. 20, No. 2, pp. 101–125, 2016, doi: 10.1007/s10055-016-0285-9.
- [11] S. Davis, K. Nesbitt, and E. Nalivaiko, “Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters,” in *Proceedings of the 11th Australasian conference on interactive entertainment (IE 2015)*, Sydney: Australia: Australian Computing Society, 2015, p. 30.
- [12] [BSN] Badan Standarisasi Nasional, “Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung,” *Sni 03 - 6572 - 2001*, pp. 1–55, 2001.
- [13] J. Supranto, “Statistik Teori dan Aplikasi, Jilid 1 Edisi 6,” *Ja arta: Erlangga*, 2000.
- [14] G. Yogisutanti, H. Kusnanto, and L. Setyawati Maurits, “Hubungan antara Lama Tidur dengan Akumulasi Kelelahan Kerja pada Dosen,” *Jurnal Keperawatan Padjadjaran*, Vol. v2, No. n1, pp. 18–24, 2014, doi: 10.24198/jkp.v2n1.3.
- [15] L. Susanti, H. Zadry, and B. Yuliandra, *Pengantar Ergonomi Industri*, 2015.
- [16] E. Nurmianto, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Kedua. Surabaya: Guna Widya, 2004.
- [17] H. K. Kim, J. Park, Y. Choi, and M. Choe, “Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment,” *Appl Ergon*, Vol. 69, No. March 2017, pp. 66–73, 2018, doi: 10.1016/j.apergo.2017.12.016.
- [18] Ancella Hendrika, Clara Theresia, and Thedy Yogasara, “Cybersickness Testing Of Gender And Experience Factors Using Virtual Reality,” *International Journal of Engineering Technology and Natural Sciences*, Vol. 2, No. 2, pp. 63–69, 2021, doi: 10.46923/ijets.v2i2.79.