

# Kajian *Eye-Tracking* Pengaruh Gender Terhadap Proses Kognitif dalam Pembelajaran Multimedia

AG Pradnya Sidhawara<sup>1</sup>, Sunu Wibirama<sup>2</sup>, Dwi Joko Suroso<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departemen Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jalan Babarsari 43 Yogyakarta 55281 INDONESIA (email: aloysius.gonzaga@uajy.ac.id)

<sup>2</sup> Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281 INDONESIA (email: sunu@ugm.ac.id)

<sup>3</sup> School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 1, Soi Chalalongkrung 1, Bangkok 10520 THAILAND (email: 64601003@kmitl.ac.th)

[Diterima: 30 Maret 2023, Revisi: 24 Mei 2023]

Corresponding Author: Sunu Wibirama

**INTISARI** — Pembelajaran multimedia didefinisikan sebagai proses pembentukan model mental pengetahuan dari kata-kata dan gambar. Mengukur proses kognitif selama pembelajaran multimedia menjadi hal yang penting. Perbedaan kemampuan partisipan didik dapat diselidiki melalui proses kognitif untuk memperbaiki proses pembelajaran. Namun, metode konvensional seperti wawancara atau penilaian perilaku tidak memberikan pengukuran yang objektif terhadap proses kognitif selama pembelajaran multimedia. Beberapa metode lanjutan untuk mengukur proses kognitif menggunakan gerakan mata pembelajar selama proses pembelajaran. Dalam kasus tersebut, *eye-tracking* dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk mengukur proses kognitif karena pergerakan mata telah menjadi bagian utama dari fungsi kognitif manusia. Masalah lainnya terkait dengan partisipan didik dengan gender yang berbeda, yang mungkin memiliki gaya interaksi yang berbeda terhadap sumber informasi. Sayangnya, pengaruh disparitas gender dalam pembelajaran multimedia belum banyak diteliti. Untuk mengatasi kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini mengkaji pengaruh perbedaan gender berdasarkan metrik *eye-tracking* selama pembelajaran multimedia. Berdasarkan hasil eksperimen, *time until first fixation* pada *Area of Interest* (AOI) tipe teks, *number of fixations* pada AOI tipe gambar, *transition* dari AOI tipe teks ke tipe gambar, serta *transition* antara AOI tipe gambar memberikan perbedaan penting untuk masing-masing kelompok gender ( $p < 0,05$ ). Ditemukan bahwa pelajar laki-laki lebih suka mengakses informasi dari gambar. Sebaliknya, pembelajar perempuan cenderung melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap informasi tekstual dan gambar selama pembelajaran multimedia. Penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif metode pengumpulan indikator proses kognitif dalam pembelajaran multimedia.

**KATA KUNCI** — Perbedaan Gender, Proses Kognitif, Pembelajaran Multimedia, *Eye-Tracking*.

## I. PENDAHULUAN

Pembelajaran multimedia adalah proses pembentukan representasi mental pengetahuan dari kata-kata dan gambar. Materi multimedia yang mendukung kerja pikiran manusia dapat mengarah pada pembelajaran esensial. Teori kognitif pembelajaran multimedia menjelaskan cara orang memperoleh informasi dari materi multimedia [1]. Teori kognitif pembelajaran multimedia terdiri atas tiga premis: pengodean ganda Paivio, kapasitas terbatas Sweller, dan pemrosesan aktif Mayer. Teori pengodean ganda Paivio menegaskan bahwa manusia membagi saluran untuk memproses informasi dalam bentuk visual dan verbal [2], [3]. Konsep pemrosesan informasi visual-verbal juga disebutkan dalam struktur memori kerja Baddeley [4]. Asumsi keterbatasan kapasitas menjelaskan bahwa terdapat keterbatasan masing-masing saluran dalam memori kerja untuk memproses komponen informasi visual-verbal secara bersamaan [5].

Tingkat kerja kognitif pribadi siswa dan upaya untuk mencapai tugas dan tujuan tertentu didefinisikan sebagai aktivitas kognitif [6]. Proses kognitif, menurut American Psychological Association, adalah salah satu fungsi mental yang dihipotesiskan terlibat dalam pengumpulan, pelestarian, pemahaman, perubahan, modifikasi, dan penerapan informasi. [7]. Beberapa teori dasar membantu memahami proses ini, yang meliputi atensi, persepsi, pembelajaran, dan pemecahan masalah [7]. Dalam penelitian ini, aktivitas kognitif didefinisikan sebagai kerja kognitif dan upaya siswa untuk belajar dan membentuk representasi mental yang komprehensif dari informasi visual-verbal. Aktivitas kognitif yang dikaji dalam penelitian ini terdiri atas tiga proses kognitif utama, sejalan dengan asumsi proses aktif teori kognitif pembelajaran multimedia [1].

Asumsi pemrosesan aktif menyiratkan bahwa manusia adalah individu yang aktif dalam memilih, mengatur, dan mengintegrasikan informasi untuk membentuk representasi mental yang dapat dipahami [1]. 'Memilih' adalah proses kognitif dalam pembelajaran multimedia ketika seseorang memilih untuk fokus pada elemen yang relevan [1]. 'Pengorganisasian' terjadi ketika seseorang menggabungkan kata dan/atau gambar untuk menciptakan model mental yang dapat dipahami [1], [8]. 'Integrasi' terjadi ketika pemahaman baru dikembangkan dari hubungan antara model gambar dan verbal yang diperoleh, bersama dengan potongan pengetahuan sebelumnya yang relevan dibentuk menjadi pemahaman baru [1].

Ada dua masalah yang terkait dengan pembelajaran multimedia, proses kognitif, dan faktor yang memengaruhinya, yaitu metode konvensional dan efek perbedaan gender. Metode konvensional, seperti wawancara dan penilaian perilaku, telah umum digunakan untuk menyelidiki pemrosesan informasi dalam proses kognitif. Namun, metode tersebut tidak memberikan pengukuran langsung ketika terjadi pembelajaran multimedia [9], [10]. Di sisi lain, gerakan mata merupakan bagian utama dari fungsi kognitif manusia. Dengan demikian, atensi dan proses kognitif dalam pembelajaran multimedia dapat diamati dengan menggunakan metode *eye-tracking* [11]–[13].

Ada dua jenis rekaman gerakan mata yang biasa digunakan dalam studi *eye-tracking*, yaitu *saccade* dan fiksasi. *Saccade* adalah gerakan mata pendek dan terus-menerus yang terjadi dari satu fiksasi ke fiksasi lainnya. *Saccade* menunjukkan posisi mata berikutnya dengan durasi antara 20 ms sampai 35 ms [11], [14], [15]. Fiksasi adalah kondisi waktu singkat ketika

mata seseorang dengan kuat fokus pada titik tertentu selama 200 ms sampai 500 ms [14]. Hubungan antara fiksasi dan proses kognitif didasarkan pada dua asumsi, yakni asumsi kesegeraan dan asumsi *mind-eye*. Asumsi kesegeraan menyatakan bahwa ketika seorang partisipan melihat sebuah kata, partisipan tersebut langsung berusaha untuk menafsirkannya. Sementara itu, asumsi *mind-eye* menyatakan bahwa partisipan memfokuskan perhatiannya pada sebuah kata sampai memahaminya [16].

Banyak penelitian tentang pembelajaran multimedia melibatkan analisis data gerakan mata. Penelitian sebelumnya menganalisis perbedaan gerakan mata antara siswa yang mempelajari suatu topik saat menjawab kuis dan siswa yang tidak mempelajari topik tersebut [11]. Metrik *eye-tracking* juga digunakan untuk membandingkan penggunaan prinsip personalisasi dibandingkan dengan bahasa formal dalam desain pembelajaran multimedia [17]. Teori kognitif Mayer pada pembelajaran multimedia divalidasi dalam materi untuk siswa sekolah dasar pada topik pembelajaran geometri dengan mengukur perilaku gerakan mata siswa [18].

Studi menggunakan metode *eye-tracking* telah dikembangkan sebelumnya dan telah membuka konteks baru dalam mengukur kognisi manusia. Sebagai contoh, perilaku pengguna *hypermedia* pada aspek *verbal-imager* diidentifikasi dan divalidasi menggunakan metode *eye-tracking* [19]. Data gerakan mata digunakan untuk mendeteksi gaya kognitif visual-verbal pengguna dalam *e-learning* [20]. Studi lain meneliti pengaruh antarmuka *e-learning* berbasis web dan kompleksitas tugas pada beban kognitif pengguna [12]. Sebuah metode diperkenalkan untuk memprediksi dan menilai perbedaan gaya kognitif *field dependent* (FD) dan *field independent* (FI) siswa berdasarkan data *eye-tracking* [15], [21]. *Eye-tracking* digunakan untuk mengamati perbedaan antara gaya kognitif visual dan verbal ketika partisipan mengamati gambar dan teks dalam pembelajaran multimedia [22]. Studi-studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa perbedaan dalam pemrosesan informasi stimulus visual dapat diidentifikasi dari metrik *eye-tracking*. *Eye-tracking* bermanfaat karena memberikan data yang lebih objektif dengan bias yang lebih sedikit. Seperti yang ditunjukkan dalam studi sebelumnya, metrik pelacakan mata berfungsi sebagai sumber informasi mendalam yang memberikan ikhtisar proses kognitif pengguna. Perpaduan pengolahan data statistik, wawancara, dan *eye-tracking* membantu peneliti untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang perilaku pengguna dalam pengolahan informasi selama pembelajaran multimedia.

Terlepas dari kemajuan saat ini, pengaruh perbedaan gender terhadap proses kognitif dalam pembelajaran multimedia belum diteliti secara menyeluruh. Kesenjangan gender ditekankan dalam model selektivitas oleh Meyers-Levy [23]. Model selektivitas menunjukkan bahwa gender termasuk faktor yang memengaruhi pemrosesan informasi, pembelajaran, dan prestasi akademik [24]. Model ini mengusulkan bahwa laki-laki dan perempuan memilih berbagai isyarat stimulus visual saat memproses informasi. Alih-alih memproses informasi secara komprehensif dari semua isyarat yang tersedia, laki-laki sangat selektif dalam memproses informasi dan cenderung bergantung pada *subset* dari isyarat yang tersedia. Laki-laki juga fokus pada isyarat yang sangat menonjol, seperti isyarat tunggal yang mendetail dan/atau isyarat yang tidak konsisten [24]. Sebaliknya, perempuan memperoleh informasi lebih menyeluruh karena isyarat yang menonjol dan halus diproses bersama. Perempuan berusaha untuk menggabungkan semua

isyarat informasi yang tersedia dengan pemeriksaan terperinci dari semua informasi yang dapat diperoleh [25].

Beberapa penelitian sebelumnya mendukung anggapan bahwa perempuan lebih teliti dalam mengolah informasi dibandingkan laki-laki [26]. Korelasi penting telah ditemukan antara gender, pemrosesan informasi, dan pemanfaatan informasi [27]. Gender juga disarankan sebagai salah satu faktor penting dalam pengolahan informasi visual, terutama perbandingan gender tentang pengolahan informasi dalam mode statis versus dinamis [28]. Sebuah studi sebelumnya meneliti pengaruh gender dan jenis sumber multimedia dan hubungannya dengan kemampuan spasial [29]. Penelitian lebih lanjut tentang gender telah menggunakan *eye-tracking* dalam berbagai topik. Perbedaan gerakan mata berdasarkan gender dikaji dalam melihat secara pasif gambar dalam ruangan [30]. Perbedaan gender dan usia ditemukan saat menggunakan peta dalam ruangan untuk mencari jalan di lingkungan nyata [31]. Aspek visual dalam desain produk juga mempertimbangkan perbedaan gender [32]. Gaya kognitif dan gender pada perilaku visual juga dipelajari menggunakan *eye-tracking* [33]. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa perbedaan gender diperhitungkan sebagai faktor yang memengaruhi proses kognitif.

Dari hasil penelaahan penelitian-penelitian sebelumnya, bagaimanapun, tidak ada penelitian yang menyelidiki pengaruh perbedaan gender pada proses kognitif selama pembelajaran multimedia. Untuk mengatasi kesenjangan penelitian ini, diusulkan investigasi eksperimental baru untuk mengidentifikasi perbedaan antara gerakan mata siswa laki-laki dan perempuan selama pembelajaran multimedia.

## II. METODOLOGI

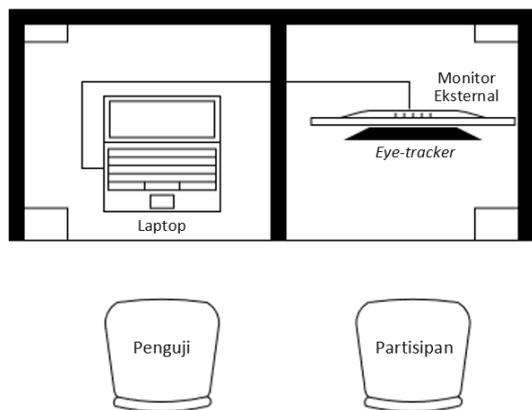
### A. PARTISIPAN

Partisipan direkrut dari program sarjana dan pascasarjana di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia. Universitas telah menerapkan pembelajaran multimedia dalam bentuk presentasi multimedia dan/atau *e-learning*. Ada beberapa ciri partisipan yang harus diperhatikan, yaitu usia minimal 17 tahun, partisipan memiliki penglihatan normal atau terkoreksi dengan miopia dan/atau astigmatisme, dan telah mengikuti pembelajaran multimedia. Sebanyak 46 partisipan yang memenuhi syarat direkrut mengikuti eksperimen *eye-tracking*. Jumlah partisipan diperoleh dari *purposive sampling*, mengadopsi penelitian sebelumnya tentang perbedaan gender dan *eye-tracking* [30]–[33]. Partisipan terdiri atas 23 perempuan dan 23 laki-laki. Kelompok usia partisipan berkisar antara 17–22 tahun (21 partisipan), 23–28 tahun (16 partisipan), 29–34 tahun (lima partisipan), dan 35–40 tahun (empat partisipan). Ada 18 partisipan dengan penglihatan mata normal dan sisanya memakai kacamata resep.

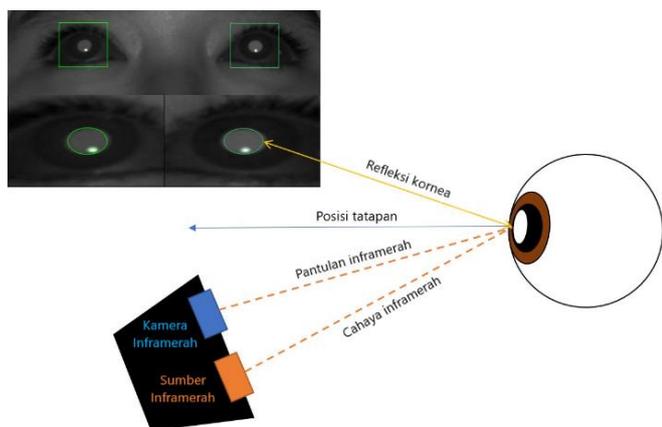
### B. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Laptop dengan prosesor Core i3 dan memori 8 GB, dengan tampilan layar yang diekstensi ke monitor eksternal beresolusi 1920 × 1080 piksel.
2. *Eye-tracker* Gazepoint GP 3 dengan akurasi 0,5° sampai 1°, *sampling rate* 60 Hz, *eye-tracker* binokular, jarak operasi 50 cm hingga 80 cm, *headbox* 25 cm × 11 cm, mode kalibrasi lima titik dan sembilan titik, latensi sistem kurang dari 50 ms, koneksi USB 2.0, dan dimensi fisik 32 cm × 4,5 cm × 4 cm.



**Gambar 1.** Tampak atas tata letak pengaturan eksperimen untuk pengumpulan data *eye-tracking*.



**Gambar 2.** Ilustrasi metode *pupillary center corneal reflection*.

3. *Open Gaze and Mouse Analyzer (OGAMA)* versi 5.0, perangkat lunak *open-source* untuk mengekstrak dan menghitung metrik dari *eye-tracker*.
4. *JASP 0.11* untuk pemrosesan statistik deskriptif.

Penyiapan eksperimen ditunjukkan pada Gambar 1. Perangkat *eye-tracker* dipasang di bagian bawah layar monitor, sedangkan partisipan duduk sekitar 50–60 cm di depan layar monitor. Laptop digunakan untuk menampilkan stimulus pada monitor eksternal. Perangkat lunak OGAMA digunakan untuk merekam, mengekstrak, dan memproses data pergerakan mata dari Gazeport GP 3.

*Eye-tracker* menggunakan sumber cahaya inframerah. Cahaya inframerah diarahkan ke mata, lalu pantulan cahaya dari kornea menjadi acuan bagi *eye-tracker* untuk melacak pergerakan mata. Metode *pupillary center corneal reflection* digunakan untuk melacak posisi mata. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2, untuk melacak dalam ruang tiga dimensi, dua kamera dengan sumber cahaya inframerah ditempatkan (pada perangkat) dengan perbedaan lebar yang telah ditentukan [34]. Arah dan posisi tatapan mata diukur dalam *track box* tiga dimensi menggunakan fungsi geometri tiga dimensi [35].

### C. PROSEDUR PENGUMPULAN DATA

Pertama, partisipan diminta untuk mengisi formulir demografis. Partisipan terpilih diundang ke eksperimen pengumpulan data. Sebelum eksperimen, deskripsi kegiatan penelitian dijelaskan kepada para partisipan. Kemudian, partisipan diminta untuk mengisi formulir *informed consent*. Rancangan tugas eksperimen mirip dengan penelitian sebelumnya, yaitu partisipan mempelajari suatu topik



**Gambar 3.** Stimulus untuk eksperimen pengumpulan data.

menggunakan stimulus visual statis [22]. Gambar dirancang dengan desain yang agak abstrak dan disusun dekat dengan teks untuk membantu integrasi pengetahuan [36]–[38]. Stimulus eksperimental terdiri atas serangkaian gambar horizontal dan teks penjelasan di bagian bawah. Topik untuk penelitian ini adalah siklus hidrologi, yang terinspirasi dari studi sebelumnya yang mengadaptasi topik mengenai pengetahuan konseptual [22]. *Area of Interest (AOI)* adalah area yang ditentukan pada tampilan, yang membuat pengguna merasa tertarik. AOI ditempatkan di atas dua gambar dan dua area teks (lihat Gambar 3). Stimulus ditampilkan di layar sekunder selama 45 s. AOI Gambar terdiri atas AOI Gambar 1 dan AOI Gambar 2. AOI Teks terdiri atas AOI Teks 1 dan AOI Teks 2.

Perangkat *eye-tracker* dikalibrasi pada tahap awal percobaan untuk melacak gerakan mata setiap partisipan. Standar kalibrasi sembilan titik digunakan dari perangkat lunak Gazeport GP3 Control. Kalibrasi dimulai dengan layar kosong, diikuti dengan lingkaran (penanda kalibrasi) yang bergerak melalui sembilan posisi di layar. Prosedur ini mengharuskan partisipan untuk melihat lingkaran pada setiap posisi kalibrasi. Lingkaran dianimasikan secara bergantian dari kiri atas ke kanan bawah. Titik-titik pandang putih digambar di layar setelah proses kalibrasi. Jika akurasi kalibrasi tidak sesuai, partisipan mengulangi proses kalibrasi.

Partisipan melakukan tugas tanpa bantuan dari penguji. Setelah menyelesaikan prosedur pengumpulan data, rekaman data diperiksa untuk memvalidasi hasil. Jumlah durasi pengumpulan data dan validasi data adalah 15 menit untuk setiap partisipan. Jika rekaman tidak valid, prosedur pengumpulan data diulang.

### D. PROSEDUR PENGOLAHAN DATA

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa metrik pergerakan mata, yaitu fiksasi dan *saccade*. Metrik diidentifikasi menjadi tiga skala, yakni spasial, temporal, dan hitungan [39]. Skala spasial mencakup pengukuran yang berkaitan dengan lokasi, jarak, arah, urutan, transisi, penataan ruang, atau hubungan antara fiksasi atau *saccade*. Contoh pengukuran skala spasial adalah *saccade length* dan *fixation sequence*. Skala temporal mencakup pengukuran yang menunjukkan waktu yang dihabiskan dalam gerakan mata tertentu. *Total fixation duration*, *average fixation duration*, dan *time until first fixation* termasuk sebagai skala temporal. Skala penghitungan adalah ukuran yang menunjukkan frekuensi fiksasi dan *saccade*. *Total fixation count* dan *transition* adalah dua contoh skala yang dihitung. Metrik ini telah umum digunakan dalam studi tentang pembelajaran multimedia dan pelacakan mata terkait dengan pengukuran proses kognitif [8], [38], [40].

Perbedaan cara seseorang memproses informasi dapat diselidiki dengan mengamati jenis gerakan mata. Gerakan mata

diduga memiliki hubungan dengan proses kognitif [39], [41]. Penjelasan tentang metrik fiksasi dan *saccade* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut [41].

- `Number of fixations` adalah jumlah fiksasi yang terdeteksi selama eksperimen di seluruh area stimulus dan area tipe teks atau gambar.
- `Fixation duration mean` atau `average fixation duration` (AFD) adalah durasi rata-rata fiksasi yang terdeteksi selama eksperimen di seluruh area stimulus dan area tipe teks atau gambar. Metrik ini diukur dalam ms dan dihitung menggunakan (1) [14].

$$AFD(AOI) = \frac{\sum_{i=1}^n (ET(F_i) - ST(F_i))_{onAOI}}{n} \quad (1)$$

dengan  $ET(F_i)$  adalah waktu selesai,  $ST(F_i)$  adalah waktu mulai untuk fiksasi ( $F_i$ ), dan  $n$  adalah jumlah fiksasi yang terjadi pada AOI tertentu.

- `Time until first fixation` atau `time to first fixation` adalah periode sejak memasuki AOI tertentu hingga fiksasi pertama terjadi selama eksperimen. Metrik ini diukur dalam ms.
- `Transition` adalah perpindahan dari satu AOI ke AOI lainnya.

Metrik gerakan mata yang diperoleh dikaitkan dengan proses kognitif yang terjadi pada pembelajaran multimedia (lihat Tabel I) [13].

Proses kognitif 'memilih' diukur dengan metrik `time until first fixation` ketika partisipan fokus pada elemen yang relevan dalam AOI [1], [8], [40]. 'Pengorganisasian' diukur dengan metrik `number of fixations` dan `fixation duration mean`. Kedua pengukuran ini berfungsi sebagai indikator proses yang menghubungkan kata atau gambar untuk menciptakan model informasi mental yang koheren [1], [8]. Proses integrasi diukur dengan metrik `transition` atau pergerakan antara gambar dan teks [8]. Proses ini terjadi ketika hubungan antara gambar dan model teks diperoleh. Kemudian, bersama dengan pengetahuan sebelumnya, informasi yang diperoleh dari teks dan gambar didefinisikan sebagai pengetahuan baru [1].

Uji Kruskal-Wallis digunakan dalam penelitian ini karena distribusi data tidak mengikuti kurva normal. Tes Kruskal-Wallis setara dengan *analysis of variance* (ANOVA) dengan sampel independen cara nonparametrik [42].

Uji Kruskal-Wallis digunakan untuk menganalisis data untuk kemungkinan perbedaan ketika variabel independen memiliki lebih dari dua tingkat. Rumus statistik Kruskal-Wallis didefinisikan dalam (2) [43].

$$KW_x^2 = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - [3(N+1)] \quad (2)$$

dengan  $N$  mewakili ukuran sampel total untuk semua sampel,  $k$  mewakili ukuran sampel,  $R_i^2$  mewakili jumlah peringkat di sampel ke- $i$ , dan  $n_i$  mewakili ukuran sampel ke- $i$ . Perangkat lunak JASP digunakan untuk menghitung nilai uji Kruskal-Wallis, derajat kebebasan, dan  $p$ -value.

### III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil statistik deskriptif metrik *eye-tracking* mengimplikasikan adanya perbedaan interaksi partisipan dengan stimulus pembelajaran multimedia berdasarkan kelompok gender. Perbedaan perilaku antara laki-laki dan perempuan banyak diteliti dalam studi-studi sebelumnya yang berkaitan dengan pembelajaran menggunakan berbagai media.

TABEL I  
TIGA PROSES *ACTIVE LEARNING* DAN METRIK *EYE-TRACKING* YANG BERKAITAN

Proses Kognitif	Deskripsi	Metrik <i>Eye-Tracking</i>
Memilih	Pelajar berfokus pada gambar dan kata penting dalam konten multimedia untuk membangun fondasi gambar dan kata [1]	<i>Time to first fixation</i> pada AOI tertentu, banyaknya <i>item</i> isyarat yang difiksasi dalam dua detik, jarak antara posisi <i>item</i> yang dikunci dengan posisi pandangan saat ini, lokasi lima fiksasi pertama, <i>first-pass time</i> pada AOI tertentu, bagian fiksasi pada teks atau gambar [13]
Pengorganisasian	Pelajar membangun koneksi internal di antara kata-kata yang dipilih untuk menciptakan model verbal yang koheren dan di antara gambar untuk membuat model gambar yang koheren [1]	Jumlah fiksasi pada AOI tertentu, durasi fiksasi total pada AOI tertentu, waktu membaca total pada AOI tertentu, durasi fiksasi rata-rata pada AOI tertentu, posisi fiksasi pada AOI tertentu, ukuran pupil pada AOI tertentu [13]
Integrasi	Pelajar membangun koneksi eksternal antara model verbal dan gambar dan dengan pengetahuan sebelumnya [1]	Jumlah transisi antara teks dan gambar terkait, waktu fiksasi gambar ke teks terkait, waktu fiksasi teks ke gambar terkait, jumlah jalur <i>saccade</i> antara teks dan gambar, jalur pemindaian [13]

TABEL II  
HASIL UJI KRUSKAL-WALLIS DARI METRIK *EYE-TRACKING* YANG DIPEROLEH

Metrik <i>Eye-tracking</i>	Statistik	df	p
Metrik `Time until first fixation` pada AOI Teks 1	6,00	1	0,014
`Number of fixations` pada AOI Gambar 1	6,86	1	0,009
`Transition` dari AOI Teks ke Gambar	4,31	1	0,038
`Transition` antara AOI Gambar	7,91	1	0,005

Otak manusia melakukan semacam pengambilan keputusan yang tidak disadari seperti yang ditunjukkan oleh gerakan mata *saccadic* dan fiksasi pada objek yang diminati [44]. Ketika seseorang menghasilkan *saccade* atau fiksasi pada lokasi visual tertentu, gender merupakan penentu penting dalam proses pengambilan keputusan [45].

Tabel II menunjukkan hasil uji Kruskal-Wallis terhadap metrik `time until first fixation`, `number of fixations` pada AOI Gambar 1, `transition` dari AOI teks ke gambar, dan `transition` antara AOI Gambar. Nilai  $p$  yang dihitung menunjukkan nilai kurang dari  $\alpha = 0.05$ . Dengan demikian, ada perbedaan kelompok gender yang signifikan dalam metrik ini. Disparitas gender ditekankan dalam model selektivitas oleh Meyers-Levy. Model selektivitas menunjukkan bahwa gender dimasukkan sebagai faktor yang memengaruhi pemrosesan informasi, pembelajaran, dan prestasi akademik [24]. Hasil

TABEL III  
 STATISTIK DESKRIPTIF DARI METRIK FIKSASI

	`Time until First Fixation` pada AOI Teks 1 (ms)		`Number of Fixations` pada AOI Gambar 1 (jumlah)	
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan
Valid	23	23	23	23
Missing	0	0	0	0
Mean	7.096,39	4.067,87	24,74	17,09
Median	5.865,00	3.466,00	23,00	15,00
Std.deviation	4.366,84	3.325,02	11,29	8,01
Minimum	772,00	0,00	6,00	7,00
Maximum	15.706,00	14.933,00	47,00	37,00

TABEL IV  
 STATISTIK DESKRIPTIF DARI METRIK TRANSISI

	`Transition` dari AOI Teks ke Gambar (jumlah)		`Transition` antara AOI Gambar (jumlah)	
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan
Valid	23	23	23	23
Missing	0	0	0	0
Mean	3,48	5,13	38,00	23,91
Median	4,00	5,00	40,00	22,00
Std.deviation	2,09	3,05	17,45	14,05
Minimum	0,00	1,00	6,00	3,00
Maximum	9,00	14,00	66,00	63,00

tersebut sejalan dengan model selektivitas yang mengasumsikan laki-laki dan perempuan memilih berbagai isyarat stimulus visual saat memproses informasi.

Tabel III menunjukkan perbedaan `time until first fixation` pada AOI Teks 1. Median nilai `time until first fixation` partisipan laki-laki lebih lama (5.865 ms) dibandingkan partisipan perempuan (3.466 ms). Partisipan laki-laki memiliki waktu yang lebih lambat untuk mulai fokus pada area teks daripada perempuan. Sementara itu, metrik `number of fixations` pada AOI Gambar 1 menunjukkan bahwa partisipan laki-laki memiliki lebih banyak titik fokus (23 titik) di area gambar dibandingkan dengan partisipan perempuan (15 titik). Laki-laki sangat selektif dalam memproses informasi dan cenderung bergantung pada subset isyarat yang tersedia, alih-alih memproses informasi secara komprehensif dari semua isyarat yang tersedia. Laki-laki berfokus pada isyarat yang sangat menonjol, seperti isyarat tunggal yang mendetail dan/atau isyarat yang tidak konsisten [24].

Metrik transisi menunjukkan bahwa partisipan laki-laki melakukan lebih sedikit transisi dari area teks ke gambar daripada perempuan (lihat Tabel IV). Perbedaan nilai median partisipan laki-laki dan perempuan juga ditunjukkan dalam transisi antara AOI Gambar. Partisipan laki-laki melakukan transisi antara AOI Gambar 1 dan AOI Gambar 2 lebih banyak (40 kali) daripada partisipan perempuan (22 kali). Perempuan memperoleh informasi lebih menyeluruh karena isyarat yang menonjol dan halus diproses bersama. Perempuan berusaha untuk memproses semua isyarat informasi yang tersedia (gambar dan tekstual) dengan penyelidikan rinci dari semua informasi yang dapat digunakan [25].

Metode Spearman digunakan untuk menguji korelasi antara metrik fiksasi dan metrik transisi. Hasil pengujian, (lihat Tabel V) menunjukkan bahwa `transition` dari AOI Teks ke Gambar berkorelasi dengan `time until first fixation` pada AOI Teks 1 ( $p\text{-value} < 0,05$ ).

TABEL V  
 KORELASI SPEARMAN ANTARA METRIK FIKSASI DAN TRANSISI

	Statistik	`Transition` dari AOI Teks ke Gambar (jumlah)	`Transition` antara AOI Gambar (jumlah)
`Time until first fixation` pada AOI Teks 1 (ms)	Spearman's rho	-0,382**	0,042
	p-value	0,009	0,784
`Number of fixations` pada AOI Gambar 1 (jumlah)	Spearman's rho	0,009	0,810***
	p-value	0,954	8,915e-12

`Transition` antara AOI Gambar juga berkorelasi dengan `Number of fixations` pada AOI Gambar 1. `Transition` dari AOI Teks ke Gambar berkorelasi dengan `time until first fixation` pada AOI Teks 1. Hasil ini menunjukkan bahwa proses pemilihan elemen multimedia yang relevan sesuai dengan integrasi ke berbagai jenis elemen multimedia, dalam hal ini dari teks ke elemen gambar [8], [40]. `Transition` antara AOI Gambar juga berkorelasi dengan `number of fixations` pada AOI Gambar 1. Jumlah fiksasi yang terjadi pada AOI tertentu menyiratkan proses pengorganisasian informasi. Metrik fiksasi yang terkait dengan metrik transisi menunjukkan bahwa proses integrasi terjadi untuk memperoleh pemahaman yang lebih dari elemen multimedia yang relevan [8], [40], [46], [47].

Dalam tugas atensi selektif, laki-laki dan perempuan memperlakukan isyarat visual secara berbeda. Baik laki-laki maupun perempuan memiliki keunggulan dari isyarat yang valid. Untuk isyarat yang tidak valid, perempuan menunjukkan peningkatan beban pemrosesan kognitif. Laki-laki memiliki wawasan yang lebih baik dari isyarat yang tidak valid dibandingkan dengan kondisi tanpa isyarat sama sekali [48].

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa perempuan memiliki keunggulan dalam mengolah informasi dari media statis dan verbal dibandingkan dengan laki-laki [49]. Selain itu, partisipan perempuan membutuhkan usaha mental yang lebih sedikit untuk memproses informasi verbal. Proses ini diperlukan untuk membebaskan sumber daya kognitif dalam mengolah informasi spasial [50]. Dalam penelitian ini, indikator proses kognitif 'memilih', yakni 'time until first fixation' pada AOI teks menunjukkan bahwa partisipan perempuan memiliki preferensi untuk fokus pada informasi verbal.

Beberapa penelitian menyatakan bahwa partisipan laki-laki cenderung mengorganisasi informasi melalui gambar, yang ditunjukkan oleh metrik `number of fixations`. Jumlah fiksasi menunjukkan intensitas proses dan jumlah atensi yang diberikan partisipan kepada AOI tertentu [8], [40]. Dalam penelitian ini, jumlah fiksasi dari partisipan laki-laki pada AOI tipe gambar lebih besar daripada perempuan, mengikuti asumsi bahwa laki-laki cenderung menggunakan lebih banyak sumber daya kognitif untuk memahami informasi visual. Partisipan laki-laki juga lebih memilih untuk fokus pada media dengan instruksi yang detail [24]. Studi sebelumnya juga menyebutkan bahwa dalam mengolah objek visual, laki-laki lebih banyak menghabiskan waktu dibandingkan perempuan. Perempuan cenderung segera memproses komponen stimulus dan

menggunakan lebih banyak waktu untuk mengeksplorasi stimulus tersebut [30].

Gerakan mata `transition` antara AOI gambar dan teks mengukur integrasi potongan informasi visual oleh pembelajar yang terhubung dengan pengetahuan sebelumnya yang bersesuaian [1], [8]. `Transition` antara dua gambar juga dianggap sebagai proses integrasi [47], [51]. Jumlah transisi yang lebih sedikit antara dua visual yang terbagi menunjukkan beban tinggi dalam memori kerja [52]. Pelajar dengan hasil belajar yang lebih baik memproses informasi dengan mencapai lebih banyak transisi integratif antara AOI tipe teks dan tipe gambar [38]. Teori selektivitas mengasumsikan bahwa perbedaan terdapat pada cara otak laki-laki dan perempuan berfungsi. Belahan otak kanan memungkinkan laki-laki memproses informasi menggunakan pendekatan yang lebih heuristik. Cara selektif dalam memproses informasi menuntut upaya kognitif yang lebih sedikit [24]. Perempuan lebih terbiasa menggunakan belahan otak kiri, yang muncul sebagai “pemrosesan komprehensif” [53]. Perempuan cenderung melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap setiap informasi yang ditampilkan terkait dengan tugas tertentu. Perempuan melibatkan diri dalam penjelasan komprehensif lebih lanjut dibandingkan dengan laki-laki.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa partisipan laki-laki menghasilkan lebih banyak transisi antara AOI gambar daripada perempuan. Sementara itu, partisipan perempuan menghasilkan jumlah transisi yang lebih besar antara AOI teks dan gambar. Perilaku ini sejalan dengan teori selektivitas yang menggambarkan perbedaan pendekatan pemrosesan informasi oleh masing-masing gender [23], [24].

Hasil ini menyiratkan perbedaan dalam proses kognitif antara kelompok gender. Dalam hal memilih elemen multimedia yang relevan, perempuan cenderung fokus pada informasi verbal yang ditunjukkan dengan waktu yang lebih pendek hingga fiksasi pertama dalam AOI Teks 1. Partisipan laki-laki terlihat lebih suka mengorganisasi informasi menggunakan media gambar, tersirat dari jumlah fiksasi pada AOI tipe gambar yang lebih banyak daripada partisipan perempuan. Perbedaan integrasi informasi ditunjukkan dengan banyaknya transisi dari media teks ke media gambar oleh peserta perempuan. Sementara itu, peserta laki-laki lebih suka melakukan lebih banyak transisi antara AOI tipe gambar. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa laki-laki lebih suka mengakses informasi dari media gambar, sedangkan siswa perempuan cenderung melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap informasi tekstual dan gambar dalam pembelajaran multimedia.

#### IV. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, digunakan data gerakan mata sebagai indikator proses kognitif yang terjadi dalam pembelajaran multimedia. Pengaruh perbedaan gender terhadap perilaku gerakan mata dilihat melalui metrik `time until first fixation`, `number of fixations`, dan `transition`. Uji Kruskal-Wallis diterapkan pada metrik *eye-tracking* menurut setiap jenis AOI. Ditemukan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan (nilai  $p < 0,05$ ) dalam metrik `time until first fixation` dalam jenis AOI teks, `number of fixations` pada AOI jenis gambar, serta `transition` dari AOI jenis teks ke jenis gambar dan antara AOI tipe gambar. Beberapa perbedaan numerik dalam metrik *eye-tracking* ditemukan di antara kelompok gender. Peserta didik laki-laki lebih suka mengakses informasi dari media bergambar, sedangkan peserta didik perempuan cenderung mengakses media tekstual dan bergambar.

Terlepas dari temuan tersebut, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Stimulus yang digunakan dalam penelitian ini adalah gambar statis. Sementara itu, video dan animasi telah digunakan dalam pembelajaran multimedia saat ini. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh stimulus dinamis terhadap data gerakan mata pada masing-masing kelompok gender. Penelitian ini belum mengukur pengaruh perbedaan indikator proses kognitif terhadap prestasi belajar. Meskipun demikian, penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar metode alternatif pengumpulan indikator proses kognitif dalam pembelajaran multimedia.

#### KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis yang namanya tercantum dalam artikel menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

#### KONTRIBUSI PENULIS

Konseptualisasi, metodologi, AG Pradnya Sidhawara dan Sunu Wibirama; validasi, AG Pradnya Sidhawara dan Sunu Wibirama; analisis formal, AG Pradnya Sidhawara; investigasi, AG Pradnya Sidhawara; sumber daya, Sunu Wibirama; kurasi data, AG Pradnya Sidhawara; penulisan—penyusunan draf asli, AG Pradnya Sidhawara dan Sunu Wibirama; penulisan—peninjauan dan penyuntingan, Dwi Joko Suroso; visualisasi, AG Pradnya Sidhawara; pengawasan, Sunu Wibirama; administrasi proyek, Sunu Wibirama; akuisisi pendanaan, Sunu Wibirama.

#### REFERENSI

- [1] R.E. Mayer, “Cognitive Theory of Multimedia Learning,” dalam *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, R.E. Mayer, Ed., Cambridge, Inggris: Cambridge University Press, 2014, hal. 43–71, doi: 10.1017/CBO9781139547369.005.
- [2] A. Paivio, *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford, Inggris: Oxford University Press, 1990, doi: 10.1093/acprof:oso/9780195066661.001.0001.
- [3] R.E. Mayer dan R. Moreno, “Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning,” *Educ. Psychol.*, Vol. 38, No. 1, hal. 43–52, 2003, doi: 10.1207/S15326985EP3801\_6.
- [4] A.D. Baddeley, *Essentials of Human Memory*. London, Inggris: Psychology Press, 1999.
- [5] J. Sweller, *Instructional Design in Technical Areas*. Camberwell, Australia: ACER Press, 1999.
- [6] E. Korobova, I. Kardovich, M. Konyshva, dan D. Mironova, “Cognitive Activity: Philosophical Analysis, Psychological and Pedagogical Characteristics,” *SHS Web Conf.*, 2018, hal. 1–6, doi: 10.1051/SHSCONF/20185001083.
- [7] *APA Dictionary of Psychology*, “Cognitive process,” tanggal akses: 20-Jan-2023, <https://dictionary.apa.org/cognitive-process>.
- [8] K. Scheiter dan A. Eitel, “The Use of Eye Tracking as a Research and Instructional Tool in Multimedia Learning,” dalam *Eye-Tracking Technology Applications in Educational Research*, C. Was, F. Sansosti, B. Morris, Eds., Hershey, AS: IGI Global, 2017, ch. 8, hal. 143–164, doi: 10.4018/978-1-5225-1005-5.
- [9] R.E. Mayer, “Using Multimedia for E-Learning,” *J. Comput. Assist. Learn.*, Vol. 33, No. 5, hal. 403–423, Jun. 2017, doi: 10.1111/jcal.12197.
- [10] P. Rodrigues dan P.J. Rosa, “Eye-Tracking as a Research Methodology in Educational Context: A Spanning Framework,” dalam *Early Childhood Development: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, Vol. 3, Information Resources Management Association, Ed., Hershey, AS: IGI Global, 2017, ch. 13, hal. 269–294, doi: 10.4018/978-1-5225-7507-8.
- [11] T. Ujbanyi, J. Katona, G. Sziladi, dan A. Kovari, “Eye-Tracking Analysis of Computer Networks Exam Question Besides Different Skilled Groups,” *2016 7th IEEE Int. Conf. Cogn. Infocomm. (CogInfoCom)*, 2016, hal. 277–282, doi: 10.1109/CogInfoCom.2016.7804561.
- [12] P.V. Yulianandra, S. Wibirama, dan P.I. Santosa, “Examining the Effect of Website Complexity and Task Complexity in Web-Based Learning Management System,” *2017 1st Int. Conf. Inform., Comput. Sci. (ICICoS)*, 2017, hal. 119–124, doi: 10.1109/ICICOS.2017.8276348.

- [13] E. Alemdag dan K. Cagiltay, "A Systematic Review of Eye Tracking Research on Multimedia Learning," *Comput., Educ.*, Vol. 125, hal. 413–428, Okt. 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2018.06.023.
- [14] Z. Sharafi, T. Shaffer, B. Sharif, dan Y.-G. Guéhéneuc, "Eye-Tracking Metrics in Software Engineering," *2015 Asia-Pacific Softw. Eng. Conf. (APSEC)*, 2015, hal. 96–103, 10.1109/APSEC.2015.53.
- [15] H.-C. Liu, "Investigating the Impact of Cognitive Style on Multimedia Learners' Understanding and Visual Search Patterns: An Eye-Tracking Approach," *J. Educ. Comput. Res.*, Vol. 55, No. 8, hal. 1053–1068, Jan. 2018, doi: 10.1177/0735633117697020.
- [16] M.A. Just dan P.A. Carpenter, "A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension," *Psychol. Rev.*, Vol. 87, No. 4, hal. 329–354, Jul. 1980, doi: 10.1037/0033-295X.87.4.329.
- [17] S. Zander, S. Wetzel, T. Kühl, dan S. Bertel, "Underlying Processes of an Inverted Personalization Effect in Multimedia Learning--An Eye-Tracking Study," *Front Psychol.*, Vol. 8, hal. 1–9, Des. 2017, doi: 10.3389/fpsyg.2017.02202.
- [18] A.I. Molina, Ó. Navarro, M. Ortega, dan M. Lacruz, "Evaluating Multimedia Learning Materials in Primary Education Using Eye Tracking," *Comput. Stand., Interfaces*, Vol. 59, hal. 45–60, Agu. 2018, doi: 10.1016/j.csi.2018.02.004.
- [19] N. Tsianos dkk., "Eye-Tracking Users' Behavior in Relation to Cognitive Style within an E-Learning Environment," *2009 Ninth IEEE Int'l Conf. Adv. Learn. Technol.*, 2009, hal. 329–333, doi: 10.1109/ICALT.2009.110.
- [20] T.J. Mehigan, M. Barry, A. Kehoe, dan I. Pitt, "Using Eye Tracking Technology to Identify Visual and Verbal Learners," *2011 IEEE Int. Conf. Multimed., Expo*, 2011, hal. 1–6, doi: 10.1109/ICME.2011.6012036.
- [21] G.E. Raptis dkk., "Using Eye Gaze Data and Visual Activities to Infer Human Cognitive Styles," *UMAP '17: Proc. 25th Conf. User Model. Adapt., Personalization*, 2017, hal. 164–173, doi: 10.1145/3079628.3079690.
- [22] M. Koć-Januchta dkk., "Visualizers Versus Verbalizers: Effects of Cognitive Style on Learning with Texts and Pictures--An Eye-Tracking Study," *Comput. Human Behav.*, Vol. 68, hal. 170–179, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.chb.2016.11.028.
- [23] J. Meyers-Levy dan D. Maheswaran, "Exploring Differences in Males' and Females' Processing Strategies," *J. Consumer Res.*, Vol. 18, No. 1, hal. 63–70, Jun. 1991, doi: 10.1086/209241.
- [24] P. Cafferata dan A.M. Tybout, "Gender Differences in Information Processing: A Selectivity Interpretation," dalam *Cognitive and Affective Responses to Advertising*, P. Cafferata dan A.M. Tybout, Eds., Lexington, AS: Lexington Books, 1989.
- [25] W.K. Darley dan R.E. Smith, "Gender Differences in Information Processing Strategies: An Empirical Test of the Selectivity Model in Advertising Response," *J. Advert.*, Vol. 24, No. 1, hal. 41–56, 1995, doi: 10.1080/00913367.1995.10673467.
- [26] V. Bonomo, "Gender Matters in Elementary Education Research-Based Strategies to Meet the Distinctive Learning Needs of Boys and Girls," *Educ. Horiz.*, Vol. 88, No. 4, hal. 257–264, 2010.
- [27] N. Barber, T. Dodd, dan N. Kolyesnikova, "Gender Differences in Information Search: Implications for Retailing," *J. Consumer Mark.*, Vol. 26, No. 6, hal. 415–426, Sep. 2009, doi: 10.1108/07363760910988238.
- [28] S. Saha dan S. Halder, "He or She: Does Gender Affect Various Mode of Instructional Visual Design?" *J. Res. Women, Gend.*, Vol. 7, No. 1, hal. 47–58, 2016.
- [29] M. Heo dan N. Toomey, "Learning with Multimedia: The Effects of Gender, Type of Multimedia Learning Resources, and Spatial Ability," *Comput., Educ.*, Vol. 146, hal. 1–12, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103747.
- [30] B.A. Sargezeh, N. Tavakoli, dan M.R. Daliri, "Gender-Based Eye Movement Differences in Passive Indoor Picture Viewing: An Eye-Tracking Study," *Psychol. Behav.*, Vol. 206, hal. 43–50, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.physbeh.2019.03.023.
- [31] C. Wang, Y. Chen, S. Zheng, dan H. Liao, "Gender and Age Differences in Using Indoor Maps for Wayfinding in Real Environments," *ISPRS Int. J. Geoinf.*, Vol. 8, No. 1, hal. 1–20, Des. 2018, doi: 10.3390/ijgi810011.
- [32] Q.-X. Qu dan F. Guo, "Can Eye Movements Be Effectively Measured to Assess Product Design?: Gender Differences Should Be Considered," *Int. J. Ind. Ergonom.*, Vol. 72, hal. 281–289, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.ergon.2019.06.006.
- [33] J.C. Hung dan C.C. Wang, "The Influence of Cognitive Styles and Gender on Visual Behavior During Program Debugging: A Virtual Reality Eye Tracker Study," *Hum.-Centric Comput., Inf. Sci.*, Vol. 11, hal. 1–19, Mei 2021, doi: 10.22967/HGIS.2021.11.022.
- [34] A.G.P. Sidhawara, S. Wibirama, dan T.B. Adji, "Classification of Visual-Verbal Cognitive Style in Multimedia Learning Using Eye-Tracking and Machine Learning," *2020 6th Int. Conf. Sci., Technol. (ICST)*, 2020, hal. 1–5, doi: 10.1109/ICST50505.2020.9732880.
- [35] G. Nishimura, "Déjà Vu: Classification of Memory Using Eye Movements," 2015. Tanggal akses: 20-Jan-2023. [Online], <https://www.doc.ic.ac.uk/teaching/distinguished-projects/2015/g.nishimura.pdf>.
- [36] J. Holsanova, N. Holmberg, dan K. Holmqvist, "Reading Information Graphics: The Role of Spatial Contiguity and Dual Attentional Guidance," *Appl. Cogn. Psychol.*, Vol. 23, No. 9, hal. 1215–1226, Des. 2009, doi: 10.1002/acp.1525.
- [37] L. Mason, P. Pluchino, M. C. Tornatora, dan N. Ariasi, "An Eye-Tracking Study of Learning from Science Text with Concrete and Abstract Illustrations," *J. Exp. Educ.*, Vol. 81, No. 3, hal. 356–384, Apr. 2013, doi: 10.1080/00220973.2012.727885.
- [38] L. Mason, M.C. Tornatora, dan P. Pluchino, "Do Fourth Graders Integrate Text and Picture in Processing and Learning from an Illustrated Science Text? Evidence from Eye-Movement Patterns," *Comput., Educ.*, Vol. 60, No. 1, hal. 95–109, Jan. 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2012.07.011.
- [39] M.-L. Lai dkk., "A Review of Using Eye-Tracking Technology in Exploring Learning from 2000 to 2012," *Educ. Res. Rev.*, Vol. 10, hal. 90–115, Des. 2013, doi: 10.1016/j.edurev.2013.10.001.
- [40] B. Park, A. Korbach, dan R. Brünken, "Do Learner Characteristics Moderate the Seductive-Details-Effect? A Cognitive-Load-Study Using Eye-Tracking," *J. Educ. Technol., Soc.*, Vol. 18, No. 4, hal. 24–36, Okt. 2015.
- [41] K. Holmqvist dkk., *Eye Tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures*. Oxford, Inggris: Oxford University Press, 2011.
- [42] J.L. Turner, *Using Statistics in Small-Scale Language Education Research: Focus on Non-Parametric Data*. Oxfordshire, Inggris: Routledge, 2014.
- [43] G.W. Corder dan D.I. Foreman, *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach*. Hoboken, AS: John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [44] P.W. Glimcher, "The Neurobiology of Visual-Saccadic Decision Making," *Annu. Rev. Neurosci.*, Vol. 26, hal. 133–179, Mar. 2003, doi: 10.1146/annurev.neuro.26.010302.081134.
- [45] F.J.M. Moss, R. Baddeley, dan N. Canagarajah, "Eye Movements to Natural Images as a Function of Sex and Personality," *PLoS One*, Vol. 7, No. 11, hal. 1–9, Nov. 2012, doi: 10.1371/journal.pone.0047870.
- [46] H.-C. Liu dan H.-H. Chuang, "An Examination of Cognitive Processing of Multimedia Information Based on Viewers' Eye Movements," *Interact. Learn. Environ.*, Vol. 19, No. 5, hal. 503–517, 2011, doi: 10.1080/10494820903520123.
- [47] P.A. O'Keefe dkk., "Learning from Multiple Representations: An Examination of Fixation Patterns in A Science Simulation," *Comput. Hum. Behav.*, Vol. 35, hal. 234–242, Jun. 2014, doi: 10.1016/j.chb.2014.02.040.
- [48] P. Merritt dkk., "Evidence for Gender Differences in Visual Selective Attention," *Pers. Individ. Differ.*, Vol. 43, No. 3, hal. 597–609, Agu. 2007, doi: 10.1016/j.paid.2007.01.016.
- [49] D.F. Halpern, "A Cognitive-Process Taxonomy for Sex Differences in Cognitive Abilities," *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, Vol. 13, No. 4, hal. 135–139, Agu. 2004, doi: 10.1111/j.0963-7214.2004.0029.
- [50] F.L. Coward, S.M. Crooks, R. Flores, dan D. Dao, "Examining the Effects of Gender and Presentation Mode on Learning from a Multimedia Presentation," *Multidiscip. J. Gend. Stud.*, Vol. 1, No. 1, hal. 48–69, Feb. 2012, doi: 10.4471/generos.2012.03.
- [51] M.A. Rau, J.E. Michaelis, dan N. Fay, "Connection Making Between Multiple Graphical Representations: A Multi-Methods Approach for Domain-Specific Grounding of an Intelligent Tutoring System for Chemistry," *Comput., Educ.*, Vol. 82, hal. 460–485, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.compedu.2014.12.009.
- [52] V. Bauhoff, M. Huff, dan S. Schwan, "Distance Matters: Spatial Contiguity Effects as Trade-Off Between Gaze Switches and Memory Load," *Appl. Cogn. Psychol.*, Vol. 26, No. 6, hal. 863–871, Des. 2012, doi: 10.1002/acp.2887.
- [53] K. Goodrich, "The Gender Gap: Brain-Processing Differences Between the Sexes Shape Attitudes about Online Advertising," *J. Advert. Res.*, Vol. 54, No. 1, hal. 32–43, Mar. 2014, doi: 10.2501/JAR-54-1-032-043.