

Pengaruh Lama Paparan Cahaya Biru pada Ponsel Pintar terhadap Potensi Miopia pada Mahasiswa

Raka Tamiang Malik Putra Nayar^{1*}, Rosmayati Manalu², Tri Widodo³, Astrid Teresa⁴,
Ravenalla Abdurrahman Al Hakim Sampurna⁵
Universitas Palangka Raya^{1,2,3,4,5}
*e-mail: rakatamiangnayar@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan ponsel pintar meningkatkan intensitas aktivitas melihat dekat dan paparan layar digital yang dapat berkaitan dengan perubahan fungsi visual. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan lama paparan cahaya biru pada ponsel pintar dengan potensi miopia pada mahasiswa Universitas Palangka Raya angkatan 2021. Penelitian menggunakan rancangan analitik observasional *cross-sectional* dengan 60 mahasiswa berusia 19–23 tahun yang dipilih melalui *random sampling* dari Fakultas Kedokteran dan Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Pemerintahan. Data durasi penggunaan ponsel pintar diperoleh melalui kuesioner *Google Forms*, sedangkan status visus diperiksa menggunakan *Snellen chart*. Analisis dilakukan secara univariat dan bivariat menggunakan uji *Chi-square*. Sebanyak 38 responden (63,3%) diklasifikasikan miopia dan 22 responden (36,7%) normal. Pada kelompok penggunaan ≤ 2 jam, 17 dari 21 responden (81,0%) termasuk miopia, sedangkan pada kelompok > 2 jam terdapat 21 dari 39 responden (53,8%) yang termasuk miopia. Uji *Chi-square* menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik ($p=0,038$). Meskipun demikian, distribusi proporsi antarkelompok tidak menunjukkan pola dosis-respons sederhana, sehingga temuan tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti kausal bahwa durasi yang lebih panjang secara langsung meningkatkan miopia. Rancangan potong lintang, penggunaan durasi layar sebagai proksi paparan cahaya biru, serta paparan perangkat lain merupakan keterbatasan penting. Penelitian lanjutan dengan pengukuran paparan objektif, pemeriksaan refraksi yang lebih komprehensif, dan pengendalian faktor perancu diperlukan.

Kata kunci : Cahaya Biru; Mahasiswa; Miopia; Ponsel Pintar; Visus

ABSTRACT

Smartphone use increases near-viewing activity and digital-screen exposure, both of which may be associated with visual changes. This study aimed to analyze the association between the duration of smartphone blue-light exposure and potential myopia among 2021-entry students at Universitas Palangka Raya. An observational analytic cross-sectional design was used with 60 students aged 19–23 years selected by random sampling from the Faculty of Medicine and the Faculty of Social and Government Sciences. Smartphone-use duration was obtained through a Google Forms questionnaire, while visual acuity was examined using a Snellen chart. Univariable and bivariable analyses were performed using the Chi-square test. Thirty-eight respondents (63.3%) were classified as myopic and 22 (36.7%) as normal. In the ≤ 2 -hour-use group, 17 of 21 respondents (81.0%) were classified as myopic, whereas 21 of 39 respondents (53.8%) in the > 2 -hour-use group were classified as myopic. The Chi-square test showed a statistically significant association ($p=0.038$). However, the group proportions did not demonstrate a simple dose-response pattern; therefore, the findings should not be interpreted as causal evidence that longer exposure directly increases myopia. The cross-sectional design, use of screen duration as a proxy for blue-light exposure, and exposure to other digital devices are important limitations. Further longitudinal studies using objective exposure measurements, comprehensive refractive assessment, and confounder control are warranted.

Keywords : Blue Light; Myopia; Smartphone; Students; Visual Acuity

PENDAHULUAN

Miopia merupakan kelainan refraksi ketika fokus berkas cahaya dari objek jauh jatuh di depan retina pada keadaan akomodasi relaks. Kondisi ini tidak hanya menurunkan ketajaman penglihatan jauh, tetapi pada derajat tinggi juga meningkatkan risiko komplikasi okular yang dapat mengancam penglihatan. Beban miopia terus meningkat dan telah menjadi perhatian kesehatan mata secara global (Baird et al., 2020; Morgan et al., 2018). Perkembangan miopia bersifat multifaktorial. Selain predisposisi genetik, faktor pendidikan, aktivitas melihat dekat, dan waktu di luar ruangan merupakan komponen lingkungan yang perlu diperhitungkan (Morgan et al., 2021; Cao et al., 2020).

Perkembangan teknologi digital telah mengubah karakter aktivitas melihat dekat. Ponsel pintar memungkinkan komunikasi, pembelajaran, hiburan, transaksi, dan akses informasi dilakukan melalui layar berukuran relatif kecil yang sering digunakan pada jarak dekat dan dalam sesi berulang. Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa hubungan antara *screen time* dan miopia tidak selalu konsisten karena perbedaan definisi paparan, usia, desain studi, serta metode pemeriksaan refraksi (Lanca & Saw, 2020). Meta-analisis berikutnya menunjukkan adanya hubungan antara penggunaan perangkat digital dan luaran terkait miopia, tetapi besarnya hubungan berbeda menurut jenis perangkat, desain penelitian, dan karakteristik populasi (Foreman et al., 2021; Zong et al., 2024). Meta-analisis dosis-respons yang lebih baru juga menemukan peningkatan odds miopia seiring bertambahnya waktu layar, sehingga durasi penggunaan tetap relevan untuk ditelaah secara hati-hati (Ha et al., 2025).

Penggunaan ponsel pintar tidak identik dengan paparan cahaya biru semata. Dalam konteks miopia, durasi penggunaan juga mencerminkan *near work*, jarak pandang dekat, kontinuitas melihat layar, serta kemungkinan berkurangnya waktu di luar ruangan. Gajjar dan Ostrin (2022) menunjukkan bahwa hubungan *near work* dengan miopia bersifat kompleks dan sangat dipengaruhi cara pengukuran paparan. Meta-analisis lain juga menunjukkan bahwa aktivitas melihat dekat perlu dipertimbangkan sebagai salah satu komponen lingkungan yang berhubungan dengan miopia (Dutheil et al., 2023). Studi berbasis aplikasi pada remaja menemukan bahwa penggunaan ponsel secara kontinu tanpa jeda berhubungan dengan parameter refraksi tertentu, sedangkan total durasi penggunaan tidak selalu menunjukkan hubungan yang sama (Enthoven et al., 2021). Temuan tersebut menegaskan bahwa pola paparan dapat lebih informatif daripada durasi total saja.

Pada kelompok mahasiswa, penggunaan perangkat digital merupakan bagian penting dari aktivitas akademik dan keseharian. Penelitian pada mahasiswa menunjukkan bahwa hubungan antara *screen time* dan miopia dapat dipengaruhi oleh perilaku sedentari serta aktivitas fisik, sehingga durasi layar tidak dapat dipandang sebagai faktor tunggal (Xie et al., 2022). Penelitian lain pada mahasiswa juga menemukan tingginya keluhan astenopia yang berkaitan dengan pola penggunaan perangkat digital genggam, lama penggunaan komputer, dan kebiasaan penggunaan perangkat (Xu et al., 2019). Oleh sebab itu, penelitian pada mahasiswa perlu mempertimbangkan paparan digital bersama faktor genetik, aktivitas melihat dekat, waktu di luar ruangan, pola istirahat visual, dan lingkungan penggunaan perangkat.

Dari sisi kesehatan mata, *blue light* merupakan bagian spektrum cahaya tampak dengan panjang gelombang relatif pendek dan energi lebih tinggi dibandingkan bagian spektrum tampak yang berpanjang gelombang lebih panjang. Kajian eksperimental dan tinjauan mekanistik membahas kemungkinan efek fotokimia cahaya biru terhadap jaringan okular pada kondisi paparan tertentu (Ouyang et al., 2020; Antemie et al., 2023). Namun, bukti mengenai risiko okular perlu ditafsirkan berdasarkan karakteristik spektral, intensitas, durasi, jarak, dan kondisi paparan. Paparan dari perangkat digital karena itu tidak dapat langsung disamakan dengan paparan eksperimental berintensitas tinggi (Cougnard-Gregoire et al., 2023). Dengan demikian, durasi penggunaan ponsel pada penelitian observasional lebih tepat dipandang sebagai indikator paparan layar digital dan aktivitas melihat dekat, bukan sebagai ukuran presisi dosis *blue light*.

Selain perubahan refraksi, penggunaan perangkat digital berkepanjangan dapat menimbulkan *digital eye strain* atau *computer vision syndrome*. Keluhan yang dilaporkan dapat berupa mata lelah, kering, rasa tidak nyaman, sakit kepala, dan penglihatan kabur yang umumnya berkaitan dengan penggunaan layar (Sheppard & Wolffsohn, 2018). Tinjauan sistematis pada pengguna layar usia muda menunjukkan bahwa durasi penggunaan yang panjang dan faktor ergonomi dapat berhubungan dengan keluhan *digital eye strain*, sedangkan manfaat filter pemblokir cahaya biru belum didukung secara konsisten (Mataftsi et al., 2023). Pada mahasiswa, penggunaan perangkat digital genggam juga dilaporkan berhubungan dengan astenopia, terutama ketika durasi dan pola penggunaan kurang ergonomis (Xu et al., 2019).

Keterkaitan antara pemakaian ponsel pintar dan miopia belum dapat disederhanakan sebagai hubungan sebab-akibat langsung. McCrann et al. (2021) menemukan hubungan antara penggunaan data ponsel pintar dan status miopia, tetapi durasi penggunaan yang dilaporkan sendiri tidak menunjukkan perbedaan yang sama kuatnya. Wong et al. (2021) juga menekankan bahwa peningkatan penggunaan layar sering terjadi bersamaan dengan peningkatan *near work* dan berkurangnya aktivitas di luar ruangan. Oleh sebab itu, analisis data primer perlu mempertahankan batas inferensi sesuai desain penelitian dan distribusi aktual data.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan lama paparan cahaya biru pada ponsel pintar dengan potensi miopia pada mahasiswa Universitas Palangka Raya angkatan 2021.

Analisis difokuskan pada durasi penggunaan ponsel pintar dan hasil pemeriksaan visus, dengan tetap mempertimbangkan bahwa durasi penggunaan merupakan proksi paparan layar dan bahwa status miopia dipengaruhi oleh berbagai faktor lain.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan analitik observasional *cross-sectional*. Populasi penelitian adalah mahasiswa Fakultas Kedokteran angkatan 2021 dan mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Pemerintahan angkatan 2021 Universitas Palangka Raya dengan jumlah populasi 293 orang. Sampel berjumlah 60 responden dan dipilih menggunakan *random sampling*. Besar sampel pada naskah sumber dihitung menggunakan rumus Lemeshow, kemudian ditambah antisipasi *drop out* sebesar 10% hingga diperoleh kebutuhan akhir 60 responden.

Kriteria inklusi meliputi mahasiswa dari dua fakultas tersebut, pengguna ponsel pintar, dan berusia 19–23 tahun. Mahasiswa yang tidak bersedia menjadi responden dikeluarkan dari penelitian. Variabel bebas adalah lama penggunaan ponsel pintar yang dalam penelitian diposisikan sebagai proksi lama paparan cahaya biru dari layar. Variabel terikat adalah status potensi miopia yang ditentukan melalui hasil pemeriksaan visus.

Instrumen penelitian meliputi *Snellen chart* untuk pemeriksaan visus, *pen light*, kuesioner, dan alat tulis. Bahan administrasi penelitian berupa lembar *informed consent*, lembar *information for consent*, dan lembar hasil pemeriksaan visus. Kuesioner diberikan melalui *Google Forms*. Setelah persetujuan dan anamnesis singkat diperoleh, pemeriksaan visus dilakukan pada tempat dan waktu yang telah ditentukan, kemudian data kuesioner dan hasil pemeriksaan dikumpulkan untuk dianalisis.

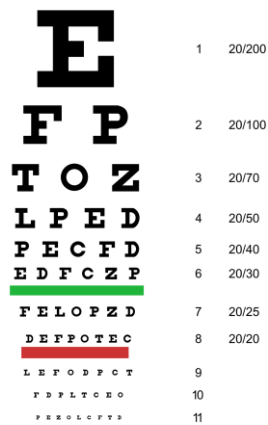
Definisi operasional disederhanakan ke dalam format artikel agar konsisten dengan variabel yang benar-benar dianalisis. Rincian pengukuran ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Definisi operasional variabel penelitian

Variabel	Definisi operasional	Cara pengukuran	Skala	Kategori
Lama penggunaan ponsel pintar	Durasi penggunaan ponsel pintar yang digunakan sebagai proksi paparan layar/cahaya biru	Kuesioner melalui <i>Google Forms</i>	Nominal	≤ 2 jam; > 2 jam
Status visus/potensi miopia	Kategori hasil pemeriksaan visus responden sesuai lembar penelitian	Pemeriksaan menggunakan <i>Snellen chart</i>	Nominal	Normal; miopia

Berdasarkan Tabel 1, durasi penggunaan ponsel pintar dalam penelitian ini tidak merepresentasikan pengukuran radiometrik secara langsung terhadap intensitas maupun dosis *blue light* yang diterima oleh mata. Oleh karena itu, pada interpretasi hasil penelitian, durasi penggunaan ponsel pintar diposisikan sebagai proksi paparan layar digital yang menggambarkan lamanya responden terpapar cahaya dari perangkat selama aktivitas sehari-hari. Pendekatan ini perlu diperhatikan agar hubungan yang ditemukan tidak secara langsung dimaknai sebagai efek dosis *blue light* secara spesifik. Sementara itu, status keluaran penelitian ditentukan berdasarkan kategori akhir hasil pemeriksaan visus yang telah tercatat dalam data penelitian.

Penilaian ketajaman penglihatan dilakukan melalui pemeriksaan visus menggunakan *Snellen chart* sebagai instrumen utama untuk mengevaluasi kemampuan responden dalam melihat objek pada jarak jauh. Pemeriksaan ini digunakan untuk memperoleh gambaran objektif mengenai kondisi ketajaman penglihatan responden yang selanjutnya diklasifikasikan sesuai dengan hasil pengukuran. Bentuk *Snellen chart* yang digunakan dalam penelitian sebagaimana tercantum pada naskah sumber disajikan pada Gambar 1. Gambar tersebut memberikan gambaran mengenai instrumen pemeriksaan yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan hasil visus responden.



Gambar 1. Snellen chart yang digunakan sebagai instrumen pemeriksaan visus

Hasil pembacaan *Snellen chart* kemudian dicatat pada lembar pemeriksaan dan diringkas menjadi kategori normal atau miopia untuk analisis. Kategori tersebut digunakan secara konsisten pada analisis univariat dan bivariat.

Data diolah menggunakan *software IBM SPSS Statistics* versi 26 untuk Windows. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik responden, kebiasaan penggunaan perangkat, hasil skoring kuesioner, dan hasil pemeriksaan visus. Analisis bivariat menggunakan uji *Chi-square* untuk menguji hubungan antara kategori lama penggunaan ponsel pintar (≤ 2 jam dan > 2 jam) dengan status visus. Tingkat kemaknaan statistik ditetapkan pada $p < 0,05$.

Penelitian dilaksanakan di Ruang Kuliah 1 Fakultas Kedokteran Universitas Palangka Raya pada periode Juli–November 2024. Sebelum pemeriksaan, responden menerima penjelasan penelitian dan memberikan *informed consent* sesuai prosedur pada naskah sumber.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Sebanyak 60 responden memenuhi kriteria penelitian. Karakteristik responden, riwayat terkait miopia, dan kebiasaan penggunaan perangkat disajikan pada Tabel 2. Persentase dihitung kembali dari frekuensi yang tercantum pada data sumber untuk memudahkan pembacaan hasil.

Tabel 2. Karakteristik responden (n=60)

Karakteristik	Kategori	n (%)
Jenis kelamin	Laki-laki	29 (48,3%)
	Perempuan	31 (51,7%)
Fakultas	Kedokteran	26 (43,3%)
	FISIP	34 (56,7%)
Riwayat miopia berdasarkan kuesioner	Ya	28 (46,7%)
	Tidak	32 (53,3%)
Penggunaan kacamata	Ya	23 (38,3%)
	Tidak	37 (61,7%)
Riwayat keluarga miopia	Ya	22 (36,7%)
	Tidak	38 (63,3%)
Kebiasaan membaca buku	Ya	30 (50,0%)
	Tidak	30 (50,0%)
Penggunaan ponsel pintar	Ya	60 (100,0%)
	Tidak	0 (0,0%)
Penggunaan komputer/laptop	Ya	59 (98,3%)
	Tidak	1 (1,7%)

Karakteristik	Kategori	n (%)
Menonton televisi	Ya	17 (28,3%)
	Tidak	43 (71,7%)

Tabel 2 memperlihatkan bahwa seluruh responden menggunakan ponsel pintar dan hampir seluruhnya juga menggunakan komputer atau laptop. Kondisi ini penting karena paparan visual responden tidak berasal dari satu perangkat saja. Riwayat keluarga miopia ditemukan pada 22 responden (36,7%), sedangkan 23 responden (38,3%) menggunakan kacamata. Data ini mengindikasikan adanya faktor individual dan lingkungan visual lain yang berpotensi berperan bersama durasi penggunaan ponsel.

Hasil skoring kuesioner dan pemeriksaan visus menunjukkan distribusi yang berbeda. Sebanyak 39 responden berada pada kategori normal berdasarkan skoring kuesioner dan 21 responden berada pada kategori berpotensi miopia. Pada pemeriksaan visus, 22 responden (36,7%) dikategorikan normal dan 38 responden (63,3%) dikategorikan miopia. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kuesioner tidak dapat diperlakukan sebagai pengganti pemeriksaan visus dan bahwa hasil objektif pemeriksaan mata perlu menjadi dasar utama interpretasi keluaran.

Hubungan antara kategori lama penggunaan ponsel pintar dan status visus selanjutnya diuji dengan *Chi-square*. Distribusi hasil analisis bivariat disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan lama penggunaan ponsel pintar dengan status visus

Lama penggunaan	Normal, n (%)	Miopia, n (%)	Total, n (%)	<i>p-value</i>
≤2 jam	4 (19,0%)	17 (81,0%)	21 (100,0%)	0,038*
>2 jam	18 (46,2%)	21 (53,8%)	39 (100,0%)	
Total	22 (36,7%)	38 (63,3%)	60 (100,0%)	

* Signifikan pada $p < 0,05$ berdasarkan uji *Chi-square*.

Berdasarkan Tabel 3, uji *Chi-square* menghasilkan *p-value* sebesar 0,038 sehingga terdapat hubungan statistik antara kategori durasi penggunaan ponsel pintar dan status visus pada sampel. Akan tetapi, arah distribusi perlu dibaca secara hati-hati. Proporsi miopia pada kelompok ≤2 jam adalah 81,0%, lebih tinggi daripada kelompok >2 jam sebesar 53,8%. Dengan demikian, hasil ini tidak menunjukkan pola dosis-respons sederhana yang menyatakan bahwa semakin lama penggunaan ponsel, semakin tinggi proporsi miopia. Nilai *p* menunjukkan adanya ketergantungan antarkategori, tetapi tidak membuktikan arah sebab-akibat.

Pembahasan

Proporsi responden yang dikategorikan miopia berdasarkan pemeriksaan visus mencapai 63,3%. Besarnya proporsi tersebut menunjukkan bahwa masalah refraksi perlu mendapat perhatian pada populasi mahasiswa, tetapi angka penelitian ini tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan populasi lain karena perbedaan karakteristik sampel, definisi miopia, dan metode pemeriksaan. Pada mahasiswa, hubungan antara waktu layar dan miopia juga dapat berlangsung melalui perilaku lain seperti aktivitas sedentari dan aktivitas fisik (Xie et al., 2022). Kerangka faktor risiko miopia menunjukkan bahwa status refraksi merupakan hasil interaksi faktor genetik dan lingkungan, sehingga tidak tepat dipandang sebagai konsekuensi tunggal dari satu jenis perangkat (Morgan et al., 2021).

Secara statistik, penelitian ini menemukan hubungan antara kategori durasi penggunaan ponsel pintar dan status visus dengan $p=0,038$. Temuan mengenai hubungan perangkat digital dan miopia memiliki dukungan dalam literatur, tetapi kekuatan dan konsistensinya bervariasi. Foreman et al. (2021) melaporkan hubungan antara penggunaan perangkat pintar digital dan luaran miopia dalam tinjauan sistematis dan meta-analisis. Meta-analisis Zong et al. (2024) juga menemukan hubungan antara *screen time* dan miopia, tetapi hasil berbeda menurut desain dan jenis perangkat. Analisis dosis-respons Ha et al. (2025) memperlihatkan peningkatan odds miopia seiring bertambahnya waktu layar. Di sisi lain, McCrann et al. (2021) menunjukkan bahwa indikator penggunaan ponsel yang berbeda dapat menghasilkan pola asosiasi yang berbeda, sedangkan Lanca dan Saw (2020) menekankan heterogenitas bukti. Perbedaan tersebut mendukung interpretasi yang mempertimbangkan pola penggunaan dan kualitas pengukuran, bukan sekadar jumlah jam.

Data penelitian ini bahkan menunjukkan proporsi miopia yang lebih tinggi pada kelompok penggunaan ≤2 jam dibandingkan kelompok >2 jam. Distribusi tersebut menjadi alasan penting untuk tidak mengartikan *p-value* sebagai bukti bahwa paparan yang lebih lama menyebabkan miopia. Penjelasan yang mungkin

mencakup faktor perancu, kesalahan pengukuran durasi, perubahan perilaku setelah responden mengetahui memiliki gangguan penglihatan, atau karakteristik sampel yang tidak terukur. Karena rancangan *cross-sectional* mengukur paparan dan keluaran pada waktu yang berdekatan, urutan temporal tidak dapat dipastikan. Dengan kata lain, asosiasi statistik dapat dinyatakan, tetapi kausalitas dan arah efek memerlukan desain longitudinal.

Durasi ponsel juga merupakan indikator yang relatif kasar. Enthoven et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan ponsel secara kontinu tanpa jeda dapat berkaitan dengan parameter refraksi pada remaja, sedangkan total durasi tidak selalu memberikan hubungan yang identik. Gajjar dan Ostrin (2022) menjelaskan bahwa *near work* perlu dinilai melalui jarak kerja, kontinuitas, posisi, dan karakter aktivitas karena pengukuran berbasis laporan diri rentan terhadap bias. Temuan meta-analisis mengenai aktivitas melihat dekat juga mendukung pentingnya karakter paparan dan bukan hanya total waktu (Dutheil et al., 2023). Perspektif ini relevan dengan penelitian sekarang karena kuesioner mengelompokkan durasi menjadi hanya dua kategori, sehingga variasi jarak mata-ke-layar, frekuensi jeda, tingkat pencahayaan, dan karakter tugas tidak tertangkap.

Faktor paparan lain juga harus dipertimbangkan. Hampir seluruh responden menggunakan komputer atau laptop dan sebagian responden menonton televisi. Wong et al. (2021) menunjukkan bahwa peningkatan waktu layar sering berjalan bersama dengan peningkatan aktivitas melihat dekat dan penurunan aktivitas di luar ruangan, sehingga kontribusi masing-masing faktor sulit dipisahkan tanpa pengukuran yang lebih rinci. Morgan et al. (2021) menempatkan faktor genetik, pendidikan, *near work*, dan waktu di luar ruangan dalam kerangka faktor risiko miopia yang saling berinteraksi. Bukti meta-analisis juga mendukung peran waktu di luar ruangan sebagai faktor protektif terhadap perkembangan miopia (Cao et al., 2020). Pada data penelitian ini, 36,7% responden memiliki riwayat keluarga miopia, tetapi analisis utama belum mengontrol faktor tersebut secara multivariat.

Istilah paparan *blue light* juga memerlukan ketelitian konseptual. Ouyang et al. (2020) dan Antemie et al. (2023) membahas mekanisme potensial dampak cahaya biru terhadap jaringan mata berdasarkan berbagai model dan kondisi paparan. Namun, Cougnard-Gregoire et al. (2023) menekankan bahwa interpretasi risiko okular harus mempertimbangkan spektrum, intensitas, durasi, jarak, serta kondisi paparan. Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran *irradiance*, spektrum, kecerahan layar, atau dosis kumulatif. Karena itu, variabel “lama paparan cahaya biru” secara operasional lebih tepat dibaca sebagai lama penggunaan ponsel pintar, bukan dosis *blue light* yang terukur. Hal ini penting agar kesimpulan tidak melampaui kemampuan instrumen penelitian.

Penggunaan perangkat digital dapat menimbulkan keluhan visual meskipun tidak selalu berarti perubahan refraksi permanen. Sheppard dan Wolffsohn (2018) menjelaskan *digital eye strain* sebagai kombinasi gejala okular dan visual terkait penggunaan perangkat digital. Tinjauan sistematis Mataftsi et al. (2023) menunjukkan bahwa durasi layar yang panjang dan faktor ergonomi berkaitan dengan peningkatan gejala pada pengguna layar usia muda. Pada mahasiswa, Xu et al. (2019) juga melaporkan hubungan antara penggunaan perangkat digital dengan astenopia. Temuan tersebut mendukung edukasi mengenai jeda visual, ergonomi, jarak pandang, dan pemeriksaan mata, tetapi tidak boleh digunakan untuk menyimpulkan bahwa seluruh keluhan akibat layar merupakan miopia.

Penelitian ini memberikan data primer pada mahasiswa Universitas Palangka Raya, tetapi keluaran utama masih didasarkan pada pemeriksaan visus menggunakan *Snellen chart*. Pemeriksaan visus bermanfaat sebagai penilaian ketajaman penglihatan dan penyaringan awal, tetapi penetapan status refraksi yang lebih spesifik idealnya dilengkapi pemeriksaan refraksi objektif dan subjektif. Pada penelitian mengenai perangkat digital dan miopia, variasi metode penentuan status refraksi merupakan salah satu sumber heterogenitas hasil yang perlu diperhatikan (Lanca & Saw, 2020; Foreman et al., 2021). Oleh karena itu, istilah potensi miopia pada artikel ini perlu tetap dipahami sesuai batas metode pemeriksaan yang digunakan.

Keterbatasan utama penelitian mencakup desain *cross-sectional*, ukuran sampel 60 responden, durasi penggunaan yang dilaporkan melalui kuesioner, kategori paparan yang relatif luas, tidak adanya pengukuran dosis *blue light* secara langsung, serta keberadaan paparan perangkat lain. Analisis bivariat juga belum menyesuaikan riwayat keluarga, aktivitas membaca, waktu di luar ruangan, jarak penggunaan, durasi penggunaan tanpa jeda, atau faktor akademik. Temuan $p=0,038$ karena itu sebaiknya dipandang sebagai dasar untuk penelitian lanjutan, bukan sebagai bukti kausal final. Studi berikutnya dapat menggunakan pencatatan

screen time otomatis, sensor jarak, pengukuran cahaya lingkungan, refraksi yang lebih komprehensif, dan model multivariat untuk mengendalikan faktor perancu.

SIMPULAN

Pada 60 mahasiswa Universitas Palangka Raya angkatan 2021, sebanyak 38 responden (63,3%) dikategorikan miopia berdasarkan hasil pemeriksaan visus dan 22 responden (36,7%) dikategorikan normal. Uji *Chi-square* menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik antara kategori lama penggunaan ponsel pintar dan status visus ($p=0,038$). Meskipun demikian, proporsi miopia pada kelompok ≤ 2 jam lebih tinggi daripada kelompok >2 jam, sehingga hasil tidak mendukung pola dosis-respons sederhana dan tidak dapat digunakan untuk menyatakan hubungan kausal bahwa durasi paparan yang lebih panjang secara langsung meningkatkan miopia. Penelitian lanjutan perlu menggunakan pengukuran paparan layar dan *blue light* yang lebih objektif, pemeriksaan refraksi yang lebih komprehensif, desain longitudinal, serta pengendalian faktor genetik dan perilaku visual lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Antemie, R.-G., Samoilă, O. C., & Clichici, S. V. (2023). Blue light-ocular and systemic damaging effects: A narrative review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(6), 5998. <https://doi.org/10.3390/ijms24065998>
- Baird, P. N., Saw, S.-M., Lanca, C., Guggenheim, J. A., Smith, E. L. III, Zhou, X., Ohno-Matsui, K., Wu, P.-C., Sankaridurg, P., Chia, A., Rosman, M., Lamoureux, E. L., Man, R., & He, M. (2020). Myopia. *Nature Reviews Disease Primers*, 6(1), 99. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-00231-4>
- Cao, K., Wan, Y., Yusufu, M., & Wang, N. (2020). Significance of outdoor time for myopia prevention: A systematic review and meta-analysis based on randomized controlled trials. *Ophthalmic Research*, 63(2), 97–105. <https://doi.org/10.1159/000501937>
- Cougnard-Gregoire, A., Merle, B. M. J., Aslam, T., Seddon, J. M., Akin, I., Klaver, C. C. W., Garhöfer, G., Garcia Layana, A., Minnella, A. M., Silva, R., & Delcourt, C. (2023). Blue light exposure: Ocular hazards and prevention-A narrative review. *Ophthalmology and Therapy*, 12(2), 755–788. <https://doi.org/10.1007/s40123-023-00675-3>
- Dutheil, F., Oueslati, T., Delamarre, L., Castanon, J., Maurin, C., Chiambaretta, F., Baker, J. S., Ugbole, U. C., Zak, M., Lakbar, I., Pereira, B., & Navel, V. (2023). Myopia and near work: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 875. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010875>
- Enthoven, C. A., Polling, J. R., Verzijden, T., Tideman, J. W. L., Al-Jaffar, N., Jansen, P. W., Raat, H., Metz, L., Verhoeven, V. J. M., & Klaver, C. C. W. (2021). Smartphone use associated with refractive error in teenagers: The Myopia App Study. *Ophthalmology*, 128(12), 1681–1688. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.06.016>
- Foreman, J., Salim, A. T., Praveen, A., Fonseka, D., Ting, D. S. W., He, M. G., Bourne, R. R. A., Crowston, J., Wong, T. Y., & Dirani, M. (2021). Association between digital smart device use and myopia: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Digital Health*, 3(12), e806–e818. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00135-7)
- Gajjar, S., & Ostrin, L. A. (2022). A systematic review of near work and myopia: Measurement, relationships, mechanisms and clinical corollaries. *Acta Ophthalmologica*, 100(4), 376–387. <https://doi.org/10.1111/aos.15043>
- Ha, A., Lee, Y. J., Lee, M., Shim, S. R., & Kim, Y. K. (2025). Digital screen time and myopia: A systematic review and dose-response meta-analysis. *JAMA Network Open*, 8(2), e2460026. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.60026>
- Lanca, C., & Saw, S.-M. (2020). The association between digital screen time and myopia: A systematic review. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 40(2), 216–229. <https://doi.org/10.1111/opo.12657>
- Mataftsi, A., Seliniotaki, A. K., Moutzouri, S., Prousalis, E., Darusman, K. R., Adio, A. O., Haidich, A.-B., & Nischal, K. K. (2023). Digital eye strain in young screen users: A systematic review. *Preventive Medicine*, 170, 107493. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2023.107493>

- McCann, S., Loughman, J., Butler, J. S., Paudel, N., & Flitcroft, D. I. (2021). Smartphone use as a possible risk factor for myopia. *Clinical and Experimental Optometry*, 104(1), 35–41. <https://doi.org/10.1111/cxo.13092>
- Morgan, I. G., French, A. N., Ashby, R. S., Guo, X., Ding, X., He, M., & Rose, K. A. (2018). The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Progress in Retinal and Eye Research*, 62, 134–149. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2017.09.004>
- Morgan, I. G., Wu, P.-C., Ostrin, L. A., Tideman, J. W. L., Yam, J. C., Lan, W., Baraas, R. C., He, X., Sankaridurg, P., Saw, S.-M., French, A. N., Rose, K. A., & Guggenheim, J. A. (2021). IMI risk factors for myopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 62(5), 3. <https://doi.org/10.1167/iovs.62.5.3>
- Ouyang, X., Yang, J., Hong, Z., Wu, Y., Xie, Y., & Wang, G. (2020). Mechanisms of blue light-induced eye hazard and protective measures: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 130, 110577. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110577>
- Sheppard, A. L., & Wolffsohn, J. S. (2018). Digital eye strain: Prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Open Ophthalmology*, 3(1), e000146. <https://doi.org/10.1136/bmjophth-2018-000146>
- Wong, C. W., Tsai, A., Jonas, J. B., Ohno-Matsui, K., Chen, J., Ang, M., & Ting, D. S. W. (2021). Digital screen time during the COVID-19 pandemic: Risk for a further myopia boom? *American Journal of Ophthalmology*, 223, 333–337. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2020.07.034>
- Xie, J., Lu, C., & Zhu, J. (2022). Screen time and myopia: A serial multiple mediator SEM analysis. *Frontiers in Public Health*, 10, 860098. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.860098>
- Xu, Y., Deng, G., Wang, W., Xiong, S., & Xu, X. (2019). Correlation between handheld digital device use and asthenopia in Chinese college students: A Shanghai study. *Acta Ophthalmologica*, 97(3), e442–e447. <https://doi.org/10.1111/aos.13885>
- Zong, Z., Zhang, Y., Qiao, J., Tian, Y., & Xu, S. (2024). The association between screen time exposure and myopia in children and adolescents: A meta-analysis. *BMC Public Health*, 24, 1625. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19113-5>