ANALISIS PENCAHAYAAN RUANG DAN PAPARAN SINAR BIRU TERHADAP KELELAHAN MATA PEGAWAI KETENAGAKERJAAN

Mochamad Yusuf Santoso[1)], Farizi Rachman[2)], dan Afrilia Dwi Maharani[3)]

[1]Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
[2] Teknik Desain dan Manufaktur, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
[3]Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: yusuf.santoso@ppns.ac.id

Abstract

Digital transformation in public services requires administrative employees to work in front of computer screens for extended periods, leading to increased complaints of eye fatigue (asthenopia). This study aims to analyse the relationship between room lighting characteristics and blue light exposure duration on eye fatigue symptoms among employees at a labour institution. As a regulatory body, this institution serves as a strategic role model for internal Occupational Health and Safety (OHS) implementation. This quantitative research utilized an analytical observational design with a sample of 44 employees selected through a total sampling technique. Data collection involved observing lighting intensity, identifying reflections, and measuring daily screen exposure. The results indicated a significant correlation between unergonomic room lighting and excessive blue light exposure with the prevalence of eye fatigue. Most employees reported visual distress due to continuous, repetitive digital tasks under suboptimal lighting. In conclusion, optimizing the physical work environment and managing screen time are essential to mitigate visual health risks. Strengthening internal OHS policies is crucial not only for employee well-being but also for maintaining the credibility and productivity of the labour institution as a public service benchmark.

Keywords: *Asthenopia, Blue Light, Labor Institution, Occupational Health and Safety, Room Lighting*

PENDAHULUAN

Transformasi digital di sektor publik Indonesia, yang diperkuat dengan implementasi Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik, telah mengubah pola kerja pegawai administratif di berbagai instansi pemerintah (Tahir et al., 2025). Tuntutan pelayanan publik yang serba cepat dan berbasis daring, seperti pengurusan administrasi kependudukan dan ketenagakerjaan, mengharuskan pegawai menatap layar komputer dalam durasi panjang. Kondisi tersebut memicu masalah *asthenopia* atau kelelahan mata, yaitu sekelompok gejala visual yang timbul akibat penggunaan mata secara berlebihan untuk fokus pada jarak dekat dalam waktu lama. Kelelahan mata yang tidak tertangani secara ergonomis tidak hanya merugikan kesehatan jangka panjang bagi pegawai, tetapi juga menurunkan kenyamanan, efektivitas kerja, dan produktivitas pelayanan publik secara keseluruhan (Ramadiputra et al., 2025).

Studi terdahulu menemukan hubungan signifikan antara intensitas cahaya dan astenopia pada pekerja bank dengan prevalensi 79,48% (Feriansyah & Wahab, 2025), antara durasi penggunaan komputer dan intensitas pencahayaan dengan kelelahan mata pada pekerja rumah sakit (Hafshah et al., 2025), serta antara pencahayaan, durasi komputer, dan istirahat mata dengan kelelahan mata pada pegawai kantor (Pratami et al., 2025). Faktor yang paling konsisten menurut literatur adalah durasi penggunaan komputer lebih dari 4–6 jam per hari, jarak pandang ke monitor kurang dari 50 cm, dan intensitas pencahayaan di bawah 300 lux (Ramadiputra et al., 2025). Meskipun kelelahan mata pada pekerja dewasa telah menjadi perhatian kesehatan visual (Blasioli & Baleiron, 2025) dan efektivitas intervensi sinar biru masih beragam (Kaur et al., 2022), belum ada penelitian yang menguji intensitas pencahayaan setempat, refleksi dinding dan langit-langit, serta durasi paparan sinar biru secara simultan dalam satu model multivariat pada instansi ketenagakerjaan. Kebaruan penelitian ini adalah pengujian simultan keempat faktor tersebut dengan regresi logistik biner, yang mayoritas studi terdahulu batasi pada uji bivariat, serta terkuantifikasinya durasi paparan sinar biru dengan ambang aman, yang jarang dikaji dari perspektif kesehatan kerja, mengingat risiko paparan cahaya biru dari perangkat digital terhadap kesehatan masih menjadi perdebatan ilmiah yang berkelanjutan (Wong & Bahmani, 2022).

Sebagai institusi yang merumuskan dan mengawasi standar keselamatan kerja, instansi ketenagakerjaan dituntut menjadi *role model* K3, sehingga keluhan kelelahan mata di lingkungan internalnya menunjukkan kesenjangan antara regulasi yang diamanatkan dengan praktik di lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis korelasi intensitas pencahayaan setempat, refleksi dinding dan langit-langit, serta durasi paparan sinar biru terhadap kelelahan mata, sekaligus menguji pengaruhnya secara parsial dan simultan guna memberikan rekomendasi ergonomis berbasis data bagi optimalisasi pencahayaan dan durasi kerja di depan perangkat digital.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan desain observasional analitik yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antarvariabel tanpa memberikan intervensi kepada subjek penelitian. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 44 responden yang merupakan pegawai di instansi ketenagakerjaan yang terpapar layar

monitor secara rutin dalam tugas administratif mereka. Pemilihan responden dilakukan dengan menggunakan teknik *total sampling* (sampel jenuh), di mana seluruh anggota populasi dijadikan sebagai subjek penelitian karena jumlahnya yang relatif terbatas dan terukur (Olivia.H.R et al., 2023). Variabel dependen yang diteliti adalah kelelahan mata (Y), sementara variabel independen meliputi intensitas pencahayaan setempat (X_1), tingkat refleksi dinding (X_2), tingkat refleksi langit-langit (X_3), dan durasi paparan sinar biru (X_4). Seluruh data variabel-variabel tersebut diukur menggunakan skala nominal untuk mempermudah kategorisasi tingkat paparan dan keluhan subjektif pada responden (Ramadiputra et al., 2025).

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung menggunakan *lux meter* untuk variabel pencahayaan serta kuesioner terstruktur guna mengukur durasi paparan sinar biru dan gejala subjektif kelelahan mata. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menempatkan alat ukur tepat di atas meja kerja responden untuk memastikan akurasi data sesuai dengan standar pencahayaan lokal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Data hasil pengukuran pada masing-masing stasiun kerja selanjutnya dikategorikan berdasarkan standar yang ditetapkan dalam Permenkes No. 48 Tahun 2016 tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran, yang menetapkan persyaratan teknis untuk pencahayaan ruang guna meminimalkan risiko gangguan visual (Maharja et al., 2024).



Gambar 1. Pengambilan pencahayaan setempat

Pengukuran refleksi pada dinding dan langit-langit dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya pada permukaan vertikal dan horisontal untuk mengidentifikasi potensi silau yang berkontribusi terhadap kelelahan visual. Pengukuran dilakukan menggunakan *lux meter* dengan menetapkan beberapa titik pengukuran pada setiap permukaan. Pada masing-masing titik, dilakukan dua kali pengukuran: intensitas

cahaya langsung dengan mengarahkan sensor ke sumber cahaya, serta intensitas cahaya pantul dengan menempatkan sensor sejauh 5 cm dari permukaan material. Persentase pantulan kemudian dihitung dengan membagi intensitas cahaya pantul dengan intensitas cahaya langsung, lalu dikalikan 100% (Abdelfattah et al., 2025; Saputra & Nugrahaini, 2024).

Data mengenai durasi paparan sinar biru diperoleh melalui kuesioner terstruktur yang merekam lama waktu penggunaan komputer atau laptop selama jam kerja efektif. Standar yang digunakan untuk durasi paparan sinar biru adalah 10000 detik atau setara dengan sekitar 2,7 jam sebagai ambang batas durasi paparan yang dianggap aman sebelum mulai memicu akumulasi ketegangan visual pada mata (Fadhila & Tejamaya, 2023). Untuk data keluhan kelelahan mata diukur menggunakan kuesioner *Asthenopia Survey Questionnaire* (ASQ-17) yang mencakup berbagai gejala subjektif seperti ketegangan, rasa perih, dan pandangan kabur akibat aktivitas visual jangka panjang. Kelelahan mata dikategorikan apabila skor total ≥ 12,5, sedangkan skor < 12,5 dikategorikan tidak mengalami kelelahan mata (Kismawati et al., 2024).

Analisis data dilakukan menggunakan uji *Chi-Square* untuk mengidentifikasi hubungan signifikan antara setiap variabel independen nominal terhadap variabel dependen kelelahan mata. Selanjutnya, metode regresi logistik biner diterapkan untuk mengevaluasi pengaruh simultan dari variabel independen yang berhubungan serta menentukan besarnya probabilitas risiko kelelahan mata yang ditimbulkan oleh faktor-faktor tersebut. Hanya variabel yang memiliki hubungan signifikan ($p<0,05$) yang dimasukkan ke dalam model regresi logistik akhir. Pemodelan regresi ini memungkinkan identifikasi determinan paling dominan dengan memperhitungkan *Odds Ratio* (OR) bagi setiap variabel, sehingga memberikan dasar empiris bagi upaya mitigasi kelelahan mata di lingkungan perkantoran. Seluruh data yang telah terkumpul diproses menggunakan perangkat lunak statistik dengan tingkat kepercayaan 95% atau $\alpha = 0,05$ untuk menentukan signifikansi hubungan dan pengaruh antarvariabel (Fajriyah et al., 2026).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi karakteristik responden serta hasil uji hubungan dan pengaruh variabel lingkungan kerja terhadap keluhan kelelahan mata. Berdasarkan deskripsi statistik yang diberikan pada Tabel 1, dari 44

responden yang diteliti, terdapat 70% pekerja bekerja pada intensitas pencahayaan di bawah standar. Sementara itu, distribusi kesesuaian standar refleksi pada dinding dan langit-langit secara berturut-turut adalah 59% dan 66%. Tabel 1 juga menunjukkan persentase responden yang terpapar sinar biru melebihi durasi aman sebesar 64% dan prevalensi responden yang melaporkan keluhan kelelahan mata mencapai 77% dari total populasi penelitian. Tingginya angka prevalensi tersebut sejalan dengan temuan pada populasi pekerja kantor yang menunjukkan bahwa mayoritas pengguna komputer cenderung mengalami sensasi tidak nyaman pada mata akibat intensitas kerja digital yang berkepanjangan (Anggraeni et al., 2024).

Hasil analisis menggunakan uji Chi-Square disajikan pada Tabel 2 untuk mengevaluasi hubungan dan pengaruh antara setiap variabel independen dengan kejadian kelelahan mata pada responden. Berdasarkan Tabel 2, variabel intensitas pencahayaan setempat dan durasi paparan sinar biru menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik dengan kelelahan mata ($p < 0,05$), sejalan dengan temuan pada pekerja kantor yang mengonfirmasi adanya keterkaitan erat antara faktor lingkungan kerja fisik dengan keluhan okular (Fikri et al., 2024). Sebaliknya, variabel refleksi dinding dan langit-langit tidak menunjukkan signifikansi statistik, yang mengindikasikan bahwa pengaruh faktor pencahayaan tidak langsung mungkin tereduksi oleh penggunaan layar secara intensif. Temuan ini diperkuat dengan fakta bahwa paparan layar digital dapat memicu astenopia pada pekerja yang menghabiskan waktu lebih dari tiga jam sehari (Kohang et al., 2023).

Tabel 1
Distribusi Frekuensi Karakteristik Lingkungan Kerja dan Keluhan Kelelahan Mata pada Responden (n=44)

Variabel	Ya (%)	Tidak (%)
Pencahayaan setempat sesuai standar	30	70
Refleksi dinding sesuai standar	59	41
Refleksi langit-langit sesuai standar	66	34
Durasi paparan sinar biru melebihi batas aman	64	36
Pekerja mengalami kelelahan mata	77	23

Tabel 2
Rangkuman Hasil Uji Karakteristik Pencahayaan dan Durasi Paparan Sinar Biru terhadap Kelelahan Mata

Variabel	p-value (Chi-Square)	p-value (Regresi)	Odds Ratio
X_1, Intensitas pencahayaan setempat	0,003	0,024	0,137
X_2, Refleksi pada dinding	0,425	-	-
X_3, Refleksi pada langit-langit	0,068	-	-
X_4, Durasi paparan sinar biru	0,03	0,024	7,303
Simultan	-	0,001	-

Analisis regresi logistik biner dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh simultan dari dua variabel independen yang berhubungan dengan keluhan kelelahan mata, yaitu intensitas pencahayaan setempat dan durasi paparan sinar biru, dengan hasil yang diringkas dalam Tabel 2. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel masing-masing berpengaruh signifikan terhadap peningkatan risiko kelelahan mata, dengan nilai $p < 0,05$. Hasil pengujian secara simultan juga menunjukkan pengaruh kolektif yang signifikan terhadap kejadian *asthenopia*, dimana kombinasi antara intensitas cahaya yang tidak memadai dan durasi paparan sinar biru yang berlebih berpotensi menimbulkan keluhan kelelahan mata pada responden.

Nilai OR sebesar 0,137 untuk intensitas pencahayaan setempat ($p = 0,024$) menunjukkan bahwa pencahayaan yang memenuhi standar berasosiasi dengan penurunan peluang kelelahan mata, setara dengan penurunan peluang sekitar 86,3%. Arah asosiasi ini konsisten dengan hasil uji bivariat ($p = 0,003$) dan menegaskan peran pemenuhan standar pencahayaan dalam menekan keluhan okular. Senada dengan hal tersebut, variabel durasi paparan sinar biru meningkatkan risiko secara signifikan: nilai OR sebesar 7,303 ($p = 0,024$) mengindikasikan bahwa responden yang terpapar sinar biru melebihi durasi aman 2,7 jam memiliki peluang 7,303 kali lebih besar mengalami gejala kelelahan mata dibandingkan mereka yang durasi paparannya terkontrol. Tingginya nilai OR tersebut mengonfirmasi bahwa durasi penggunaan perangkat digital merupakan determinan yang lebih dominan dalam memicu keluhan subjektif dibandingkan faktor pencahayaan lingkungan (Ilyasa & Basuki, 2023), dengan besaran risiko yang sejalan dengan rentang OR 4,4–7,4 yang dilaporkan pada populasi pekerja sejenis (Hafshah et al., 2025).

Berbeda dari rekomendasi umum yang hanya mengadopsi saran studi lain, rekomendasi pada penelitian ini diturunkan langsung dari hasil analisis data. Pertama, karena 70% responden bekerja pada intensitas pencahayaan setempat di bawah standar minimal 300 lux dan variabel ini berhubungan signifikan dengan kelelahan mata ($p = 0,003$), instansi perlu melakukan penyesuaian pencahayaan setempat minimal 300 lux sesuai Permenkes No. 48 Tahun 2016, melalui penambahan titik lampu, penggantian lampu yang redup, serta pengukuran ulang berkala pada seluruh stasiun kerja. Kedua, durasi paparan sinar biru merupakan determinan paling dominan, sehingga manajemen durasi kerja di depan layar menjadi prioritas tertinggi melalui jeda istirahat berkala,

penerapan pola 20-20-20, rotasi tugas administratif, pengaturan jarak pandang minimal 50 cm dari monitor (Gunawan et al., 2023), serta pengaktifan filter cahaya biru pada perangkat, yang didukung bukti bahwa kacamata penyaring cahaya biru dapat meredam gejala kelelahan mata (Khorrami-Nejad et al., 2026). Ketiga, karena kedua variabel terbukti berpengaruh signifikan secara simultan ($p = 0{,}001$), pengendalian dianjurkan dilakukan secara bersama-sama antara rekayasa lingkungan fisik (perbaikan pencahayaan) dan pengendalian administratif (manajemen durasi layar). Sebaliknya, refleksi dinding ($p = 0{,}425$) dan langit-langit ($p = 0{,}068$) tidak menunjukkan hubungan signifikan, sehingga intervensi permukaan ruangan tidak diprioritaskan; nilai refleksi cukup dipertahankan dalam rentang standar, yaitu 30–80% untuk dinding dan 60–90% untuk langit-langit (Abdelfattah et al., 2025), sebagai langkah pemeliharaan untuk mencegah silau di kemudian hari.

Prioritas intervensi yang didasarkan pada bukti empiris lokasi penelitian menjadi lebih tepat sasaran bagi kebijakan K3 internal instansi. Dengan mengendalikan paparan sinar biru monitor serta mengoptimalkan luminans pencahayaan lokal secara presisi, instansi dapat memitigasi risiko Penyakit Akibat Kerja (PAK) secara dini. Langkah preventif ini memastikan keberlanjutan kinerja organisasi serta perlindungan optimal terhadap modal manusia dalam menghadapi tantangan era transformasi digital.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan adanya korelasi signifikan antara karakteristik pencahayaan ruang dan durasi paparan sinar biru terhadap prevalensi keluhan kelelahan mata pada pegawai instansi ketenagakerjaan. Kondisi lingkungan fisik dengan intensitas cahaya yang tidak memenuhi standar dan adanya pantulan pada permukaan ruangan, berinteraksi dengan durasi penggunaan gawai yang melampaui batas toleransi, sehingga memicu gangguan kesehatan visual. Mengingat peran instansi sebagai garda terdepan regulasi ketenagakerjaan, temuan ini menegaskan urgensi penguatan kebijakan K3 internal melalui optimasi pencahayaan dan manajemen waktu paparan layar bagi pegawai administratif. Mitigasi risiko kelelahan mata ini tidak hanya esensial bagi pemeliharaan kesehatan jangka panjang pegawai, tetapi juga merupakan fondasi fundamental dalam menjaga produktivitas pelayanan publik serta mengukuhkan kredibilitas instansi sebagai percontohan implementasi standar keselamatan kerja yang ideal di sektor publik.

DAFTAR PUSTAKA

Abdelfattah, D., Abdelwahab, S., Eldars, M. Z., & Mayhoub, M. S. (2025). Evaluating the impact of lighting conditions on workers' safety and health in industrial settings. *Journal of Daylighting*, *12*(2), 420–440. https://doi.org/10.15627/jd.2025.26

Anggraeni, R., Muhsanah, F., & B, N. H. (2024). Faktor yang berhubungan terhadap kelelahan mata pada pegawai pengguna computer di Badan Narkotika Nasional Provinsi (BNNP) Sulawesi Selatan. *Window of Public Health Journal*, *5*(6), 816–824. https://doi.org/10.33096/woph.v5i6.1602

Blasioli, V., & Baleiron, M. (2025). Visual health and prolonged use of screens in working-age adults. *Gamification and Augmented Reality*, *3*, 85. https://doi.org/10.56294/gr202585

Fadhila, A., & Tejamaya, M. (2023). Analisis hubungan tingkat pencahayaan, reflektansi, dan kekontrasan area kerja terhadap keluhan eye strain pada karyawan office di PT. X Tahun 2023. *National Journal of Occupational Health and Safety*, *4*(2). https://doi.org/10.59230/njohs.v4i2.7649

Fajriyah, H. N., Fajariani, R., & Suratna, F. S. N. (2026). Analisis faktor-faktor yang berhubungan dengan keluhan CVS pada pekerja bagian KPI BBWS Bengawan Solo. *Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*, *4*(2), 1–8. https://doi.org/10.20961/jaht.v4i2.806

Feriansyah, N., & Wahab, R. (2025). Hubungan intensitas cahaya dengan kejadian astenopia pada dewasa awal. *Jurnal Akta Trimedika*, *2*(3), 829–839. https://doi.org/10.25105/aktatrimedika.v2i3.22905

Fikri, H., Hariani, Y., & Triana, N. (2024). Dampak intensitas cahaya terhadap kelelahan mata pada karyawan di ruang staff kantor PT (X) di Palembang Tahun 2024. *JURNAL KESEHATAN TERAPAN*, *11*(2), 111–120. https://doi.org/10.54816/jk.v11i2.796

Gunawan, A. P., Putri, E. C., Millah, I., & Handayani, R. (2023). Factors related to eye fatigue in customer service employees 2022. *Journal of Vocational Health Studies*, *7*(1), 1–9. https://doi.org/10.20473/jvhs.V7.I1.2023.1-9

Hafshah, H. S., Hassan, A. H., & Purnomo, H. (2025). Hubungan lama penggunaan komputer dan intensitas pencahayaan dengan keluhan kelelahan mata pada pekerja Rumah Sakit Amira. *Bandung Conference Series: Medical Science*, *5*(1), 53–58. https://doi.org/10.29313/bcsms.v5i1.16136

Ilyasa, M. I., & Basuki, S. W. (2023). Vision complaints are the impact of using laptops during online learning. *International Journal of Health Science and Technology*, *4*(3), 267–271. https://doi.org/10.31101/ijhst.v4i3.2821

Kaur, K., Gurnani, B., Nayak, S., Deori, N., Kaur, S., Jethani, J., Singh, D., Agarkar, S., Hussaindeen, J. R., Sukhija, J., & Mishra, D. (2022). Digital eye strain- A comprehensive review. *Ophthalmology and Therapy*, *11*(5), 1655–1680. https://doi.org/10.1007/s40123-022-00540-9

Khorrami-Nejad, M., Naroo, S. A., Oklla, A., & Narooie-Noori, F. (2026). Blue-light-filtering spectacle lenses in managing vision-related symptoms: an updated

review. *Therapeutic Advances in Ophthalmology*, *18*. https://doi.org/10.1177/25158414251412798

Kismawati, Ikhram Hardi, Chaeruddin Hasan, Nur Ulmy Mahmud, & Farihah Muhsanah. (2024). Intensitas pencahayaan dan kelelahan mata pada pekerja bagian kantor RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar. *Window of Public Health Journal*, *5*(2), 261–266. https://doi.org/10.33096/woph.v5i2.655

Kohang, C. A. A., Wahyuni, A., & Darwis, A. M. (2023). Hubungan penggunaan komputer dengan astenopia pada pekerja. *Hasanuddin Journal of Public Health*, *4*(3), 260–271. https://doi.org/10.30597/hjph.v4i3.26860

Maharja, R., Juliawan, A., Latief, A. W. L., Maharja, R., & Panggeleng, A. M. F. (2024). Implikasi intensitas pencahayaan terhadap kelelahan mata pada penjahit. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, *9*(1), 1–9. https://doi.org/10.21111/jihoh.v9i1.12212

Olivia.H.R, E., Puteri, A. D., & Isnaeni, L. M. A. (2023). Faktor-faktor yang berhubungan dengan keluhan Computer Vision Syndrome (CVS) pada pengguna komputer bagian administrasi di PT Ekaputra Prada Indonesia Tahun 2023. *PREPOTIF : JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT*, *7*(3), 16357–16367. https://doi.org/10.31004/prepotif.v7i3.20157

Pratami, T. putri, Linda, O., & Muzakir, H. (2025). Work-related risk factors for asthenopia among employees: a 2024 study. *Jurnal Cakrawala Promkes*, *7*(2), 69–77. https://doi.org/10.12928/jcp.v7i2.13426

Ramadiputra, I. B. P. W., Sekarsari, N. N., & Lestari, N. M. S. D. (2025). Literature review: faktor yang memengaruhi kelelahan mata (astenopia) pada pengguna komputer. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, *6*(4), 17353–17362. https://doi.org/10.31004/jkt.v6i4.51138

Saputra, A. E., & Nugrahaini, F. T. (2024). Identifikasi pencahayan alami untuk mendukung aktivitas pengguna pada Vila Wukirsawit di Jatiyoso. *Sinektika: Jurnal Arsitektur*. https://doi.org/10.23917/sinektika.vi.4549

Tahir, M. I., Martini, A., Gunawan, A. A. N., Makbul, Y., Yossa, N., Wiryanto, W., Fahrudin, M., & Ilya, R. (2025). Can digital transformation improve the transparency and accountability of Indonesian public governance? *International Journal of Data and Network Science*, *9*(3), 689–700. https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2024.7.009

Wong, N. A., & Bahmani, H. (2022). A review of the current state of research on artificial blue light safety as it applies to digital devices. *Heliyon*, *8*(8), e10282. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10282