

APLIKASI TEKNOLOGI DALAM DUNIA KESEHATAN DAN PSIKOLOGI: STUDI KASUS TEKNOLOGI *EYE TRACKING*

Sunu Wibirama, Dr. Eng.¹

Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Email: sunu@ugm.ac.id

Abstrak:

Masyarakat penyandang disabilitas sering dipandang sebagai segmen masyarakat yang tidak produktif. Pada tahun 2013, Kementerian Kesehatan Indonesia telah mencatat setidaknya 0,53% dari seluruh anak-anak berusia 24-59 bulan menderita satu jenis kecacatan. Salah satu cara untuk membantu penyandang disabilitas dan penyandang gangguan psikologis adalah dengan memanfaatkan teknologi untuk melakukan diagnosis dan untuk mempermudah proses interaksi antar penyandang disabilitas maupun interaksi antar penyandang disabilitas dan masyarakat di luar komunitas mereka. *Eye tracking* adalah salah satu teknologi yang memanfaatkan pemindaian gerakan mata berbasis pengolahan citra sebagai masukan untuk mengontrol komputer pada penyandang disabilitas maupun sebagai alat untuk mengetahui proses kognitif. Selain itu pada beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh Penulis, *eye tracking* juga dimanfaatkan untuk melakukan analisis pada penyandang kelainan dalam sistem keseimbangan (*vestibulo-ocular disorder*) dan analisis terhadap tendensi adiksi (kecanduan) gawai. Dengan mengetahui aplikasi teknologi dalam dunia kesehatan dan psikologi, penelitian yang berfokus pada alat bantu dan alat diagnosis untuk penyandang disabilitas dan penyandang gangguan psikologis diharapkan dapat berkembang pesat di masa yang akan datang.

PENDAHULUAN

Masyarakat penyandang disabilitas di Indonesia seringkali dipandang sebagai segmen masyarakat yang tidak produktif (*unproductive society*). Cara pandang yang cenderung memarginalkan penyandang disabilitas ini menyebabkan permasalahan sosial yang berujung pada tingginya angka pengangguran di antara penyandang disabilitas. Pada tahun 2013, Kementerian Kesehatan Indonesia telah mencatat setidaknya 0,53% dari seluruh anak-anak berusia 24-59 bulan menderita satu jenis kecacatan (Litbangkes, 2013).

Di sisi lain, permasalahan kesehatan yang terkait dengan tumor otak menjadi salah satu tantangan yang dihadapi oleh generasi muda Indonesia. Pada tahun 2014, kanker otak merupakan penyebab kematian kedua pada kematian anak Indonesia di bawah usia 20. Kanker otak juga menjadi penyebab kematian tertinggi kedua pada kasus kanker orang dewasa berumur 20-39 tahun (Sari, 2014). Kanker otak dapat disebabkan oleh tumor yang tumbuh langsung dari jaringan intrakranial, baik dari otak itu sendiri, sistem saraf pusat, maupun selaput pembungkus otak (Louis dkk.,

¹ **Alamat korespondensi:**

Laboratorium Pengolahan Isyarat,
Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi,
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,
Jalan Grafika 2, Yogyakarta 55281.

2016). Kanker otak merupakan penyakit dominan dari seluruh kanker susunan saraf pusat (Komite Penanggulangan Kanker Nasional, 2014).

Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Indonesia tahun 2014, terdapat 200 perusahaan yang menjadi produsen alat kesehatan dan 283 perusahaan yang menjadi produsen peralatan kesehatan rumah tangga (PKRT). Meskipun demikian, berbagai alat kesehatan yang digunakan di dalam negeri masih menggunakan bahan baku impor dan kemampuan alat-alat tersebut untuk menyelesaikan berbagai permasalahan kesehatan yang ada di dalam masyarakat cukup terbatas, khususnya permasalahan yang terkait dengan teknologi asistif untuk penyandang disabilitas dan teknologi diagnosis kanker otak. Universitas dan lembaga penelitian di Indonesia menjadi salah satu pilar yang sangat diharapkan oleh pemerintah Republik Indonesia untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan kesehatan tersebut, diantaranya adalah dengan mengoptimalkan peran sains dan teknologi.

Dalam makalah ini, Penulis menampilkan *review* peran teknologi dalam dunia kesehatan dan psikologi dengan mengambil studi kasus teknologi *eye tracking*. *Eye tracking* adalah sebuah teknologi untuk memindai gerakan mata berbasis pada data yang diambil dari lensa kontak elektromagnetik, data yang diambil dari elektroda yang menempel pada area di sekeliling mata, maupun data dari kamera dan komputer yang dilengkapi dengan metode pengolahan citra secara waktu nyata (Duchowski, 2007). Meskipun teknologi *eye tracking* belum terlalu populer di Indonesia, pemanfaatan teknologi *eye tracking* untuk membantu penyandang disabilitas, mendeteksi gejala kelainan pada otak, dan alat bantu observasi klinis di bidang psikologi sudah banyak dilakukan di berbagai negara maju.

Pada bagian kedua, makalah ini akan mengulas sekilas teknologi *eye tracking*. Dasar-dasar teknik pemindaian gerakan mata akan diuraikan secara singkat. Selain itu, Penulis akan menguraikan tipe-tipe *eye tracking* yang sering digunakan dalam penelitian maupun aplikasi praktis. Pada bagian ketiga, Penulis akan menguraikan implementasi teknologi *eye tracking* pada bidang ilmu neurosains, termasuk penelitian implementasi *eye tracking* untuk mendeteksi gejala kanker otak yang telah dilakukan Penulis dalam kurun waktu sembilan tahun terakhir. Selain itu, penelitian *eye tracking* sebagai teknologi asistif juga akan diuraikan pada bagian ini. Pada bagian keempat, Penulis akan menguraikan aplikasi *eye tracking* pada bidang ilmu psikologi. *Eye tracking* berperan besar dalam mendeteksi kemampuan membaca maupun menganalisis kelainan psikologis lainnya. Selain itu, Penulis juga akan menguraikan peran *eye tracking* untuk mendeteksi potensi kecanduan gawai (*gadget*) yang telah diteliti oleh penulis sejak tahun 2015 sampai dengan tahun 2017. Pada bagian terakhir dari makalah ini, Penulis akan menguraikan beberapa simpulan dari implementasi teknologi *eye tracking* di bidang kesehatan dan psikologi, serta arah penelitian teknologi *eye tracking* yang dapat dikembangkan di Indonesia.



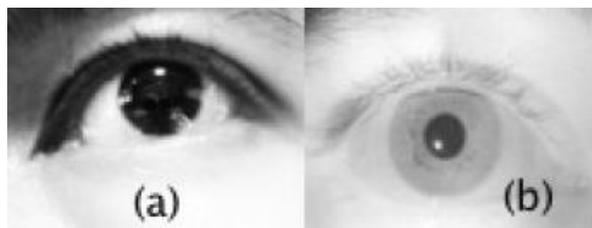
Gambar 1. Berbagai macam teknologi *eye tracking* berdasarkan metode pengambilan data: (a) *Scleral Search Coil* (SSC), (b) *Electro-Oculography* (EOG), dan (c) *Video-Oculography* (VOG). (Duchowski, 2007).

Teknologi Eye Tracking

Berdasarkan teknologi pengambilan data gerakan mata, teknologi *eye tracking* dapat diklasifikasikan menjadi empat macam, yakni *Scleral Search Coil* (SSC), *Electro-Oculography* (EOG), *Infrared Video-Oculography* (IR-VOG), dan *Hot Mirror-Infrared Video-Oculography* (HMIR-VOG) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 (Duchowski, 2007).

1. Scleral Search Coil (SSC)

Teknologi SSC atau teknologi lensa kontak elektromagnetik adalah teknologi tertua yang dikenal dalam teknik pemindaian gerakan mata. Teknologi ini mulai dikembangkan sejak tahun 1960-an. Pemindaian gerakan mata dilakukan dengan menempelkan *coil* atau lensa kontak dan menggunakan *frame* elektromagnetik untuk menentukan arah gerakan mata. Metode ini menghasilkan grafik pengukuran yang sangat akurat, namun demikian cukup melelahkan bagi pengguna dan membutuhkan bantuan dari tenaga medis yang ahli pada saat instalasi. Teknologi ini masih dikembangkan hingga saat ini, terutama dari sisi transfer data (mulai digunakan teknologi *wireless*) dan *human factor* (bagaimana menciptakan *coil* dan lensa kontak yang aman dan mudah digunakan).



Gambar 2. (a) Gambar mata yang dipotret dengan *visible light* (cahaya yang terlihat oleh mata manusia) dan (b) Gambar mata yang dipotret dengan *infrared light* (cahaya inframerah). Detail bagian-bagian bola mata lebih terlihat dengan jelas apabila gambar mata diambil dengan cahaya inframerah.

2. Electro-Oculography (EOG)

Meskipun teknologi SSC menghasilkan data gerakan mata yang akurat, penggunaan teknologi ini tidak terlalu populer di kalangan peneliti karena pemasangan alat yang cukup rumit dan perlunya pengawasan ketat tenaga ahli medis pada saat percobaan dilakukan. Para peneliti mulai memikirkan cara lain untuk mengukur gerakan mata. Salah satu pendekatan yang populer pada awal tahun 1970-an adalah teknologi berbasis sensor elektroda yang menempel langsung di tubuh pasien. Teknik *Electro-Oculography* (EOG) dilakukan dengan menempelkan sensor elektroda di sekeliling bola mata, kemudian mengukur posisi mata berdasarkan perbedaan potensial antar elektroda. Sampai dengan hari ini, EOG masih digunakan untuk berbagai keperluan. Meskipun proses instalasi perangkat ini tidak serumit teknologi SSC, akurasi hasil pengukuran dengan teknologi EOG ini jauh di bawah SSC.

3. Infrared Video-Oculography (IR-VOG)

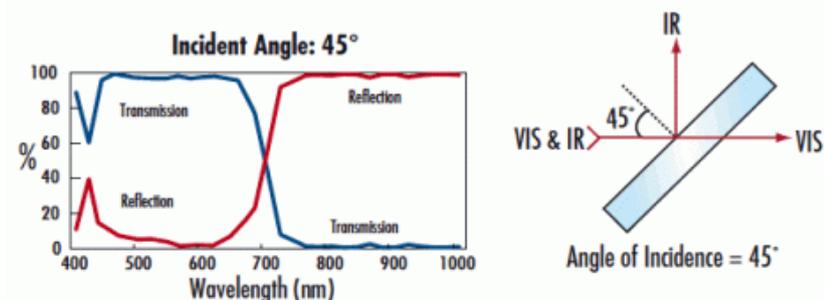
Seiring dengan perkembangan teknologi prosesor komputer dan teknologi multimedia di awal tahun 1990-an, pemindaian gerakan mata dengan teknik pengolahan citra semakin populer. Teknik yang cukup dikenal sampai dengan saat ini adalah *Video-Oculography* (VOG), yakni pengukuran posisi bola mata dengan menggunakan cahaya inframerah (*infrared*) dan kamera yang sensitif

terhadap pantulan cahaya inframerah. Pencahayaan dan kamera dilakukan dari arah yang sama. Identifikasi posisi bola mata dilakukan dengan teknik pengolahan citra (Wibirama dkk., 2013).

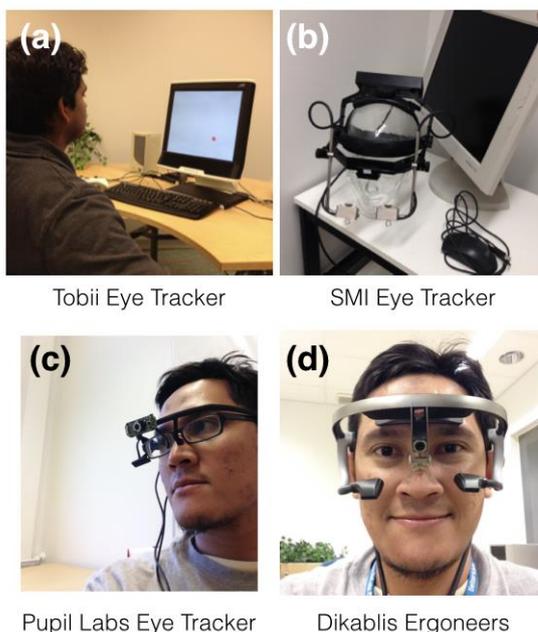
Penggunaan inframerah dalam pemindaian gerakan mata cukup populer, sebab cahaya inframerah memiliki panjang gelombang yang lebih tinggi dibandingkan cahaya yang dapat dilihat oleh manusia (*visible light*). Cahaya inframerah tidak menyilaukan mata karena tidak terlihat oleh mata manusia.

Selain itu, cahaya inframerah mampu memunculkan detail bagian-bagian mata (Gambar 2). Penggunaan cahaya inframerah bermanfaat untuk proses lokalisasi pupil mata (bagian hitam pada bola mata) saat perekaman posisi mata, sebagaimana pada Gambar 2(b).

Pada penelitian dan implementasi klinis yang memanfaatkan teknologi IR-VOG, peserta eksperimen atau pasien biasanya duduk di depan *eye tracking* dan pasien diminta untuk tidak menggerakkan kepala selama proses pemindaian berlangsung. *Chin rest* atau *bite bar* adalah alat yang biasanya digunakan oleh peneliti untuk meminimalisasi gerakan kepala selama proses pemindaian. Meskipun hasil pengukuran dengan teknologi ini relatif akurat, teknik pengambilan data dengan memanfaatkan *chin rest* atau *bite bar* terkadang dikeluhkan peserta eksperimen karena menimbulkan ketidaknyamanan.



Gambar 3. Karakteristik *hot mirror* 45 derajat. *Hot mirror* ini akan memantulkan cahaya inframerah dengan sudut datang = sudut pantul = 45 derajat. (Sumber: Edmund Optics)



Gambar 4. Berbagai tipe *eye tracker* komersial yang dijual di pasaran: (a) Tobii Eye Tracker dengan tipe *desktop mounted*, (b) SMI Eye Tracker dengan tipe *head mounted*, (c) Pupil Labs Eye Tracker dengan tipe *head mounted*, dan (d) Dikablis Ergoneers dengan tipe *head mounted*.

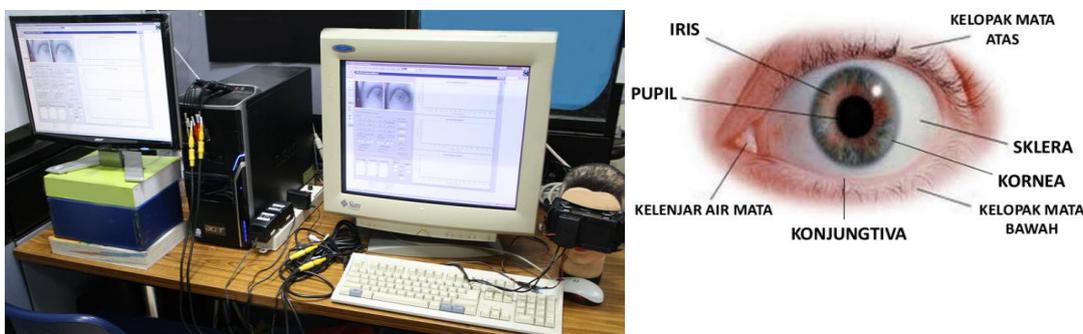
4. *Hot Mirror-Infrared Video-Oculography (HMIR-VOG)*

Selain menggunakan teknik IR-VOG dengan instalasi kamera jarak jauh, para peneliti mencoba berinovasi dengan melakukan instalasi kamera dari jarak dekat. Untuk mempermudah pasien melihat stimulus, adegan pada layar komputer, atau memperhatikan instruksi dari operator, digunakanlah *infrared mirror* atau sering disebut dengan *hot mirror*.

Cara kerja *hot mirror* bisa dilihat pada Gambar 3. *Hot mirror* akan memantulkan cahaya inframerah dan meneruskan cahaya yang bisa dilihat oleh manusia. Karakteristik *hot mirror* ini sangat bermanfaat untuk instalasi kamera dengan posisi yang fleksibel dalam jarak dekat tanpa menghalangi pandangan mata. Dengan menggunakan cahaya inframerah, kamera merekam gambar melalui pantulan *hot mirror* (Wibirama dkk., 2013).

Gambar 4 menunjukkan beberapa tipe *eye tracker* komersial yang beredar di pasaran. Ada dua tipe yang cukup lazim ditemui: tipe *desktop mounted* dan tipe *head mounted*. *Eye tracker* dengan tipe *desktop mounted* memanfaatkan teknologi IR-VOG dengan meletakkan sumber cahaya inframerah dan kamera di depan peserta eksperimen. Dalam hal ini, *eye tracker* dengan tipe *desktop mounted* biasa digunakan dalam eksperimen dan uji klinis dalam ruangan (Wibirama dan Hamamoto, 3-7 Juli 2013; Wibirama dan Hamamoto, 2014).

Berbeda dengan tipe *desktop mounted*, *eye tracker* dengan tipe *head mounted* dipasang melekat pada kepala peserta eksperimen atau kepala pasien (Gambar 4(b), 4(c), dan 4(d)). Beberapa *eye tracker* bertipe *head mounted* memanfaatkan *hot mirror* untuk memudahkan pengguna melihat stimulus saat observasi klinis. Tipe *eye tracker* ini memungkinkan berbagai macam studi di dalam dan di luar ruangan. Meskipun demikian, pemakaian peralatan alat ini dalam waktu lama dapat menimbulkan kelelahan (*fatigue*) pada peserta eksperimen. Dalam perkembangannya, berbagai macam perusahaan menawarkan *eye tracker* tipe *head mounted* dengan berat tidak lebih dari 200 gram. Salah satu peralatan *eye tracker head mounted* dengan berat yang ringan adalah Pupil Labs *eye tracker* (Pupil Labs UG, Berlin).



Gambar 5. Kiri: Versi awal sistem *hot mirror-infrared video-oculography* (HMIR-VOG) untuk diagnosis *vertigo* terdiri dari *goggle* (kanan bawah) dan sistem analisis gerakan mata yang pernah dikembangkan oleh namun sistem tidak mempertimbangkan derau karena halangan kelopak mata (Wibirama dkk., 2013). Kanan: struktur luar anatomi mata.

Eye Tracking pada Bidang Ilmu Neurosains

Vertigo menjadi salah satu ciri khas gejala yang sering dirasakan oleh penderita kanker otak, terutama apabila sel kanker menyerang bagian-bagian otak yang berhubungan dengan sistem penglihatan, sistem pendengaran, dan sistem keseimbangan (Kim dkk., 2016). *Vertigo* juga dapat disebabkan oleh kelainan pada sistem keseimbangan (*vestibular system*) atau trauma pada kepala (Parnes dkk., 2003). Pada penderita *vertigo*, gejala yang paling sering dirasakan adalah adanya ilusi gerakan yang disebabkan oleh gerakan kepala ke arah tertentu (Wong, 2007).

Diagnosis *vertigo* secara klinis dilakukan oleh tenaga ahli medis spesialis oftalmologi, optometri, atau neurologi. Diagnosis dapat dilakukan dengan pengujian *Dix-Hallpike* (Gans, 2001). Pengujian ini dilakukan dengan meminta pasien untuk duduk, kemudian secara perlahan tenaga ahli medis akan merebahkan pasien sembari memutar kepala pasien 45 derajat ke arah samping kiri dan kanan (Hain, 2009; 2017). Tenaga ahli medis akan mengamati respon yang muncul pada mata pasien, yang biasanya berupa gerakan mata spontan yang tidak disadari oleh pasien penderita *vertigo*.

Selain dengan pengamatan visual, diagnosis *vertigo* dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi pemrosesan video dengan *video-oculography* (VOG), sebagaimana ditunjukkan pada panel kiri Gambar 5. Panel kanan pada Gambar 5 menunjukkan struktur luar anatomi mata. Dengan sistem VOG tersebut, operator dan tenaga ahli medis dapat melakukan diagnosis *vertigo* melalui pengujian *Dix-Hallpike* sekaligus merekam gerakan mata saat pasien mengalami perlakuan. Di sisi lain, karena sistem VOG menggunakan teknik pengolahan citra, akurasi sistem VOG sangat bergantung pada kemampuan sistem untuk mendeteksi posisi pupil.

Ada dua metode pengolahan citra untuk deteksi pupil pada pengembangan sistem VOG, yakni *center of gravity* (Moore dkk., 1991; Iijima dkk., 2001; Yagi, 2008; Wibirama dkk. 2013) dan *ellipse fitting* (Wibirama dan Hamamoto, 2014; Espinosa dkk., 2015). Dua metode yang sering digunakan untuk deteksi pupil ini memanfaatkan nilai piksel paling hitam pada citra mata. Setelah area paling hitam teridentifikasi, kontur dari area pupil dapat dilokalisasi. *Center of gravity* dapat digunakan untuk menghitung nilai momen dari kontur pupil tersebut, di mana salah satu dari komponen momen adalah koordinat spasial pusat pupil pada sumbu horizontal dan vertikal.

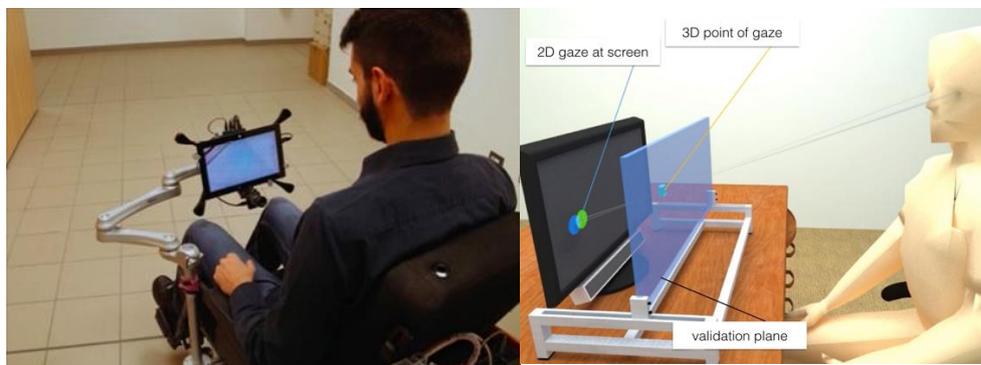
Sementara itu metode *ellipse fitting* memberikan informasi koordinat spasial pusat pupil dengan cara memadankan elips pada kontur yang dilokalisasi. Penggunaan dua metode ini memungkinkan analisis gerakan mata dilakukan dengan cepat dengan waktu komputasi pada setiap *frame* citra tidak lebih dari 50 ms, sehingga kamera dengan frekuensi sampling 20 sampai 25 Hertz dapat digunakan sebagai sensor. Namun demikian, metode *center of gravity* dan *ellipse fitting* ini memiliki kelemahan manakala citra pupil tidak terlihat utuh karena terhalang oleh derau fisik berupa kelopak mata. Umumnya, akurasi deteksi pupil pada sumbu vertikal akan menurun (Wibirama dkk., 2013; Otero-Millan dkk., 2015). Terlebih lagi, *center of gravity* dan *ellipse fitting* sangat dipengaruhi oleh stabilitas intensitas pencahayaan (Otero-Millan dkk., 2015). Idealnya, intensitas cahaya selama proses analisis gerakan mata adalah seragam. Namun pada kenyataannya, hal ini sangat sulit untuk dilakukan sehingga derau digital berupa galat yang ditimbulkan pada proses pengolahan citra mempengaruhi akurasi analisis gerakan mata. Pada masa yang akan

datang, penelitian *eye tracking* yang menitikberatkan pada analisis gerakan mata untuk deteksi *vertigo* perlu mempertimbangkan derau digital.

Selain deteksi *vertigo*, *eye tracking* juga bermanfaat untuk membantu penyandang penyakit gangguan syaraf motorik dan cedera tulang belakang untuk membantu proses komunikasi dua arah dan membantu aktivitas sehari-hari (Borgestig, 2017). Di sisi lain, *eye tracking* juga berperan besar sebagai teknologi asistif untuk penyandang tuna daksa (*physical impairment*) (Majaranta dkk., 2012).

Sebagai contoh, *eye tracking* dapat dimanfaatkan untuk alat masukan (input) pengganti *mouse* pada sebuah komputer tablet yang dihubungkan dengan kursi roda elektronik. Dengan *eye tracking*, seorang penyandang tuna daksa dapat mengendalikan kursi rodanya hanya dengan memanfaatkan pandangan matanya. Meskipun demikian, riset-riset yang telah dilakukan sebelumnya menitikberatkan pemanfaatan pandangan mata pada arah horizontal dan vertikal. Sementara itu, penelitian-penelitian *eye tracking* sebagai teknologi asistif yang berfokus pada pemanfaatan pandangan mata pada arah kedalaman (*depth gaze*) belum banyak dilakukan.

Mulai tahun 2016, Penulis dan tim Universitas Gadjah Mada (UGM) telah merintis penelitian *eye tracking* yang berfokus pada estimasi pandangan mata untuk memperoleh informasi kedalaman titik pandang pada sebuah objek tertentu (Wibirama, 2016; Wibirama dkk., 2017; Mujahidin dkk., 25-26 Januari 2017). Dengan teknologi yang sedang dikembangkan Penulis dan tim UGM, penyandang tuna daksa tidak hanya mampu berinteraksi dengan komputer tablet, bahkan di masa yang akan datang penyandang tuna daksa memiliki kemampuan untuk menggerakkan kursi roda pada jarak tertentu. Gambar 6 menunjukkan ilustrasi pemanfaatan *eye tracking* untuk pengendalian kursi roda.



Gambar 6. Kiri: ilustrasi pengendalian kursi roda dengan memanfaatkan komputer tablet. Meskipun demikian, pemakai masih harus berinteraksi dengan *touch screen* untuk pengendalian kursi roda. Kanan: teknologi yang dikembangkan Penulis memanfaatkan informasi kedalaman pandangan mata untuk berinteraksi dengan tablet sekaligus memungkinkan untuk mengontrol pergerakan kursi roda pada jarak tertentu (Wibirama dkk. 2017).

Eye Tracking pada Bidang Ilmu Psikologi

Aplikasi *eye tracking* pada bidang ilmu psikologi cukup luas. *Review* aplikasi *eye tracking* pada bidang ilmu ini telah dilakukan oleh Rayner (1992, 1998). Pada paper *review*-nya (Rayner, 2008), Rayner telah merangkum lebih dari penelitian-penelitian yang terkait dengan pemrosesan informasi dan kemampuan membaca dari ratusan karya tulis ilmiah. Salah satu penelitian yang terangkum dalam paper *review*

tersebut adalah kemampuan mata pada saat membaca artikel dalam bahasa Inggris. Fiksasi gerakan mata pada saat membaca artikel berbahasa Inggris berdurasi antara 200-250 ms, dengan rata-rata perpindahan gerakan mata pada jarak 7-9 huruf. Selain itu, gerakan mata memiliki pola yang berbeda pada saat pembaca melakukan *silent reading* dan *reading aloud*.

Pemanfaatan *eye tracking* untuk pemrosesan informasi dan kemampuan membaca ini akan sangat bermanfaat pada penelitian di bidang psikologi yang menitikberatkan pada studi kasus *dyslexia* pada anak dan remaja. Al-Wabil dkk. (2008) misalnya, melakukan penelitian untuk membandingkan kemampuan navigasi pada halaman *web* dengan melibatkan peserta yang menyandang *dyslexia* dan peserta yang tidak menyandang *dyslexia*. *Eye tracking* digunakan untuk mengetahui perilaku visual peserta eksperimen pada saat mengakses menu navigasi halaman *web*. Al-Wabil menemukan bahwa pemrosesan informasi pada halaman *web* dengan teks yang cukup padat menimbulkan tantangan tersendiri untuk penyandang *dyslexia*. Selain itu, penyandang *dyslexia* memerlukan waktu lebih banyak untuk mengakses menu-menu navigasi dibandingkan grup kontrol (peserta tanpa *dyslexia*). Hasil eksperimen yang dilakukan Al-Wabil menunjukkan perlunya desain antarmuka yang *user-friendly* apabila sebuah *web* atau perangkat lunak akan digunakan oleh pengguna berkebutuhan khusus.

Di sisi lain, penggunaan gawai di dunia meningkat cukup pesat. Pada tahun 2017, 49% dari pengguna telepon seluler adalah pengguna ponsel pintar (*smartphone*) (Srivastava, 2014). Di Indonesia, pengguna ponsel pintar diperkirakan akan mencapai 52 sampai dengan 87 juta dengan 60% pengguna berumur di bawah 30 tahun. Hal ini menimbulkan permasalahan sosial dan permasalahan psikologis tersendiri, salah satunya adalah permasalahan adiksi (kecanduan) pada internet dan ponsel pintar. Menurut Kim dkk. (2015) dan Roberts dkk. (2015), adiksi terhadap ponsel pintar dapat menimbulkan gangguan tidur, tekanan psikologis, maupun penurunan performa akademis.

Penulis telah memanfaatkan *eye tracking* untuk mempelajari faktor-faktor yang menyebabkan adiksi pada perangkat ponsel pintar. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wibirama dan Nugroho (11-12 Juli 2017), pengaruh ukuran layar perangkat ponsel pintar dipelajari dengan melihat pola fiksasi mata dan respon subjektif pengguna melalui *Immersive Experience Questionnaire* (IEQ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran layar berpengaruh signifikan terhadap potensi munculnya adiksi. Meskipun demikian, penelitian berbasis *eye tracking* perlu divalidasi lebih lanjut dengan studi-studi observasi dengan pemanfaatan *activity tracking app*, sebagaimana yang telah dilakukan oleh Andrew dkk. (2015).

KESIMPULAN

Makalah ini diharapkan menjadi salah satu pintu masuk untuk membuka pintu kolaborasi penelitian antar bidang ilmu, sekaligus mendorong peneliti dan praktisi untuk berkontribusi pada penyelesaian permasalahan kesehatan dan psikologi di Indonesia. Dalam makalah ini, implementasi dan peran teknologi dalam dunia kesehatan dan psikologi dipaparkan dengan studi kasus teknologi *eye tracking*. Meskipun teknologi *eye tracking* masih tergolong sebagai teknologi baru di Indonesia, penggunaan *eye tracking* dalam bidang ilmu neurosains sebagai alat diagnosis dan teknologi asistif sudah banyak dilakukan di berbagai negara maju. Selain itu, *eye tracking* dalam bidang ilmu psikologi sangat bermanfaat untuk studi-studi yang melibatkan kemampuan pemrosesan informasi maupun perilaku visual

pada tipe-tipe stimulus tertentu. Peluang penelitian-penelitian di bidang kesehatan dan psikologi dengan memanfaatkan teknologi *eye tracking* cukup terbuka lebar. Peneliti di bidang kesehatan dapat berkolaborasi dengan peneliti di bidang rekayasa (*engineering*) untuk pengembangan *eye tracker* yang berfungsi sebagai sistem CAD (*computer aided diagnosis*), khususnya untuk mengetahui kelainan otak dan gangguan syaraf. Selain itu, pengembangan sistem *eye tracker* sebagai alat bantu penyandang tuna daksa sangat bermanfaat untuk mendukung mobilitas dan komunikasi. Penelitian-penelitian di bidang ilmu psikologi dengan teknologi *eye tracking* dapat dimanfaatkan untuk membantu pengembangan alat peraga pendidikan dan antarmuka sistem pembelajaran untuk pengguna berkebutuhan khusus.

PROFIL PENULIS



Sunu Wibirama memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) dari Universitas Gadjah Mada Indonesia pada tahun 2007. Pada tahun 2010, Penulis menyelesaikan pendidikan magister dan meraih gelar Master of Engineering (M.Eng.) dari King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMUTL) Thailand. Pada tahun 2014, Penulis meraih gelar Doctor of Engineering (Dr.Eng) dengan topik disertasi Pengembangan dan Implementasi Sistem 3D *gaze tracking* untuk *virtual reality* dari Tokai University of Tokyo, Jepang. Bidang keminatan yang ditekuni saat ini adalah teknik pengolahan citra (*image processing*), interaksi manusia dan komputer (*human-computer interaction*), riset perilaku (*behavioral research*), dan aplikasi teknologi *eye tracking*. Paper dan penelitian yang telah dilakukan oleh Penulis dapat diakses di laman pribadi: <http://sunu.staff.ugm.ac.id> . Penulis dapat dikontak melalui surat elektronik di sunu@ugm.ac.id .

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Wabil, A., Zaphiris, P., & Wilson, S. (2008, Desember). Examining visual attention of dyslexics on web navigation structures with eye tracking. In *IEEE International Conference on Innovations in Information Technology, 2008. IIT 2008.*, h. 717-721
- Andrews, S., Ellis, D.A., Shaw, H., Piwek, L. (2015). BeyondSelf-Report: Tools to Compare Estimated and Real-World Smartphone Use,” *PLOS ONE*, 10, hp. e0139004.
- Borgestig, M., Sandqvist, J., Ahlsten, G., Falkmer, T., & Hemmingsson, H. (2017). Gaze-based assistive technology in daily activities in children with severe physical impairments—An intervention study. *Developmental neurorehabilitation*, 20(3), h. 129-141.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice* (2nd ed.): Springer-Verlag New York, Inc.
- Espinosa, J., Roig, A. B., Pérez, J., & Mas, D. (2015). A high-resolution binocular video-oculography system: assessment of pupillary light reflex and detection of an early incomplete blink and an upward eye movement. *BioMedical Engineering OnLine*, 14(1), h.22(1-12).
- Gans, R. E. (2001). Video-oculography: A new diagnostic technology for vestibular patients. *The Hearing Journal*, 54(5), h.40-42.
- Hain, T.C. (2009). Dix-Hallpike Test. Tersedia: <http://www.dizziness-and->

- balance.com/disorders/bppv/dix%20hallpike.htm (Akses: 15 Maret 2017).
- Hain, T.C. (2017). Benign Paroxysmal Positional Vertigo. Tersedia: <http://www.dizziness-and-balance.com/disorders/bppv/bppv.html> (Akses: 15 Maret 2017)
- Iijima, A., H. Minamitani and N. Ishikawa. (2001). Image analysis of quick phase eye movements in nystagmus with high-speed video system. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 39(1), h. 2-7.
- Kim, J.H., Seo, M. and David, P. (2015). Alleviating depression only to become problematic mobile phone users: Can face-to-face communication be the antidote?. *Computers in Human Behavior*, 51, h.440-447.
- Kim, H. J., Park, S. H., Kim, J. S., Koo, J. W., Kim, C. Y., Kim, Y. H., & Han, J. H. (2016). Bilaterally abnormal head impulse tests indicate a large cerebellopontine angle tumor. *Journal of Clinical Neurology*, 12(1), h.65-74.
- Komite Penanggulangan Kanker Nasional. (2014). Tersedia: http://kanker.kemkes.go.id/guidelines_read.php?id=1&cancer=6, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Akses: 15 Maret 2017)
- Litbangkes. (2013). *Riset Kesehatan Dasar 2013: Laporan Nasional 2013*. Jakarta, Kementerian Kesehatan.
- Louis, D.N., Perry, A., Reifenberger, G., von Deimling, A., Figarella-Branger, D., Cavenee, W.K., Ohgaki, H., Wiestler, O.D., Kleihues, P. and Ellison, D.W. (2016). The 2016 World Health Organization classification of tumors of the central nervous system: a summary. *Acta neuropathologica*, 131(6), h.803-820.
- Majaranta, P., Aoki, H., Donegan, M., Hansen, D. W., Hansen, J. P., Hyrskykari, A., Rähkä, K. J. (2012). Gaze Interaction and Applications of Eye Tracking: Advances in Assistive Technologies, h. 1-382, diakses 15 Februari 2014. doi:10.4018/978-1-61350-098-9.
- Mujahidin, S., Wibirama, S., Nugroho, H. A., Hamamoto, K. (25-26 Januari 2017). 3D gaze tracking in real world environment using orthographic projection. Paper in proceedings of The 2016 Conference on Fundamental and Applied Science for Advanced Technology, AIP Publishing Vol. 1746, Yogyakarta, Indonesia, h. 020072 (1-6).
- Moore, S. T., I. S. Curthoys, and S. G. McCoy. (1991). VTM -- an image-processing system for measuring ocular torsion. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 35(3), h. 219-230.
- Otero-Millan, J., Roberts, D.C., Lasker, A., Zee, D.S. and Kheradmand, A. (2015). Knowing what the brain is seeing in three dimensions: A novel, noninvasive, sensitive, accurate, and low-noise technique for measuring ocular torsion. *Journal of vision*, 15(14), h.11-11.
- Parnes, L.S., Agrawal, S.K., Atlas, J. Diagnosis and management of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *Canadian Medical Association Journal*, 169(7), h. 681-693.
- Rayner, K. (Ed.). (1992). *Eye Movements and Visual Cognition: Scene Perception and Reading*. New York, NY: Springer-Verlag. (Springer Series in Neuropsychology)
- Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124(3), h. 372-422.
- Roberts, J.A., Pullig, C. and Manolis, C. (2015). I need my smartphone: A hierarchical model of personality and cell-phone addiction. *Personality and Individual Differences*, 79, h. 13-19.
- Sari EDY, Windarti I, Wahyuni A. (2014). Clinical Characteristics and

- Histopathology of Brain Tumor at Two Hospitals in Bandar Lampung. *Medical Journal of Lampung University*, 3(4), h. 48-56.
- Srivastava, A. (2014). 2 Billion Smartphone Users by 2015: 83% of Internet Usage From Mobiles [Study]. Diakses dari: <http://dazeinfo.com/2014/01/23/smartphone-users-growth-mobile-internet-2014-2017/>
- Wong, A.M.F. (2007). *Eye Movement Disorders*, 1st ed. New York: Oxford University Press.
- Wibirama, S., Tungjitkusolmun, S., & Pintavirooj, C. (2013). Dual-Camera Acquisition for Accurate Measurement of Three-Dimensional Eye Movements. *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, 8(3), 238-246.
- Wibirama, S., & Hamamoto, K. (3-7 Juli 2013). *3D gaze tracking system for NVidia 3D Vision®*. Paper presented at the Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013 35th Annual International Conference of the IEEE, Osaka, Japan.
- Wibirama, S., & Hamamoto, K. (2014). 3D Gaze Tracking on Stereoscopic Display Using Optimized Geometric Method. *IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems*, 134(3), 345-352.
- Wibirama, S. (2016). 3D Gaze Tracking for Real-Time Interaction. Video: <http://ugm.id/3dgaze>. Diakses: 10 Agustus 2017.
- Wibirama, S., Nugroho, H.A., Hamamoto, K. (2017). Evaluating 3D Gaze Tracking in Virtual Space: A Computer Graphics Approach. *Entertainment Computing*, 21, pp.11-17.
- Wibirama, S., Nugroho, H.A. (11-12 Juli 2017). Towards Understanding Addiction Factors of Mobile Devices: An Eye Tracking Study on Effect of Screen Size, in *Proc. of 39th Annual International Conference of The IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, Jeju Island, South Korea.
- Yagi, T. (2008). Nystagmus as a Sign of Labyrinthine Disorders -Three-Dimensional Analysis of Nystagmus. *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology*, 1(7), h. 63-74.