

Efektivitas dan Variabilitas Stimulus Bergerak Versus Statis dalam Perimetri Glaukoma: Tinjauan Literatif

Dwiastri Iris Sarwastuti

dwiastriirissarwastuti@gmail.com

ABSTRACT

Glaucoma is one of the leading causes of irreversible blindness worldwide, characterized by progressive damage to the optic nerve and visual field loss. Automated perimetry is an important method for detecting and monitoring the progression of glaucoma. However, conventional static perimetry has limitations, especially in advanced glaucoma cases where visual sensitivity is often below the threshold of detection. Moving stimuli have been proposed as an alternative or complementary method to overcome these limitations, by exploiting different visual mechanisms. This review aims to analyze the efficacy and variability of moving stimuli compared with static stimuli in glaucoma perimetry. A systematic literature review was conducted using four online databases: PubMed, Scopus, Google Scholar, and Cochrane. The PICO framework was used, with glaucoma patient population, intervention as moving stimuli, comparison with static stimuli, and outcomes evaluated including sensitivity, test-retest variability, and patient preference. The articles analyzed were published between 2011-2023, in English, and used study designs such as RCT, cohort, case-control study, or cross-sectional. Three relevant studies were found. Moving stimuli showed significant advantages in increasing sensitivity, especially in advanced visual field loss, extending the dynamic range to below 19 dB compared to static stimuli. Test-retest variability was also 44% lower with moving stimuli, indicating higher reliability. Most patients (62%) preferred moving stimuli due to greater comfort. However, there are limitations such as generalizability of results to a broader clinical population and the need for an updated normative database. Moving stimuli have significant advantages in glaucoma perimetry, including increased sensitivity, reduced variability, and better patient preference. These results demonstrate the potential of moving stimuli as an alternative or complementary method to static perimetry in the diagnosis and monitoring of glaucoma. Further studies are needed for validation in a broader clinical population as well as integration of moving stimuli into automated perimetry systems.

Keywords: *Glaucoma, Visual field testing, Automated perimetry, Moving stimulus, Static stimulus, Test-retest variability, Patient preference*

ABSTRAK

Glaukoma merupakan salah satu penyebab utama kebutaan yang tidak dapat dipulihkan di seluruh dunia, ditandai dengan kerusakan progresif pada saraf optik dan kehilangan lapang pandang. Perimetri otomatis adalah metode penting untuk mendeteksi dan memantau perkembangan glaukoma. Namun, perimetri statis konvensional memiliki keterbatasan, terutama pada kasus glaukoma lanjut di mana sensitivitas visual sering berada di bawah ambang deteksi. Stimulus bergerak telah diusulkan sebagai metode alternatif atau pelengkap untuk mengatasi keterbatasan ini, dengan memanfaatkan mekanisme visual yang berbeda. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas dan variabilitas stimulus bergerak dibandingkan dengan stimulus statis dalam perimetri glaukoma. Kajian literatur sistematis dilakukan menggunakan empat basis data daring: PubMed, Scopus, Google Scholar,

dan Cochrane. Kerangka kerja PICO digunakan, dengan populasi pasien glaukoma, intervensi berupa stimulus bergerak, perbandingan dengan stimulus statis, dan hasil yang dievaluasi meliputi sensitivitas, variabilitas hasil uji ulang, serta preferensi pasien. Artikel yang dianalisis diterbitkan dalam rentang tahun 2011-2023, berbahasa Inggris, dan menggunakan desain penelitian seperti RCT, kohort, studi kasus-kontrol, atau potong lintang. Tiga studi relevan ditemukan. Stimulus bergerak menunjukkan keunggulan signifikan dalam meningkatkan sensitivitas, terutama pada kerusakan lapang pandang lanjut, memperluas rentang dinamis hingga di bawah 19 dB dibandingkan stimulus statis. Variabilitas hasil uji ulang juga 44% lebih rendah dengan stimulus bergerak, menunjukkan keandalan yang lebih tinggi. Sebagian besar pasien (62%) lebih memilih stimulus bergerak karena lebih nyaman. Namun, terdapat keterbatasan seperti generalisasi hasil ke populasi klinis yang lebih luas dan kebutuhan akan *database* normatif yang diperbarui. Stimulus bergerak memiliki manfaat signifikan dalam perimetri glaukoma, termasuk peningkatan sensitivitas, pengurangan variabilitas, dan preferensi pasien yang lebih baik. Hasil ini menunjukkan potensi stimulus bergerak sebagai metode alternatif atau pelengkap untuk perimetri statis dalam diagnosis dan pemantauan glaukoma. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk validasi dalam populasi klinis yang lebih luas serta integrasi stimulus bergerak ke dalam sistem perimetri otomatis.

Kata kunci: Glaukoma, Pengujian lapang pandang, Perimetri otomatis, Stimulus bergerak, Stimulus statis, Variabilitas uji ulang, Preferensi pasien

PENDAHULUAN

Glaukoma adalah salah satu penyebab utama kebutaan yang tidak dapat dipulihkan di seluruh dunia. Penyakit ini ditandai dengan kerusakan progresif pada saraf optik yang sering kali disertai dengan penurunan fungsi lapang pandang. Deteksi dini dan pemantauan perkembangan glaukoma sangat penting untuk mencegah kehilangan penglihatan yang lebih parah. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menilai fungsi lapang pandang adalah perimetri otomatis, yang mengukur sensitivitas visual di berbagai lokasi dalam lapang pandang pasien (Bantoyot, 2023).

Perimetri konvensional biasanya menggunakan stimulus statis untuk menilai sensitivitas visual. Namun, metode ini memiliki keterbatasan, terutama pada pasien dengan glaukoma lanjut di mana sensitivitas visual mungkin berada di bawah ambang deteksi alat perimetri. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa stimulus bergerak dapat meningkatkan sensitivitas deteksi kerusakan lapang pandang pada pasien glaukoma. Stimulus bergerak memanfaatkan mekanisme deteksi visual yang berbeda, termasuk sel ganglion retina yang sensitif terhadap gerakan dan jalur kortikal yang terlibat dalam pemrosesan gerakan. Dengan demikian, penggunaan stimulus bergerak dalam perimetri diharapkan dapat memberikan informasi tambahan yang tidak diperoleh melalui stimulus statis (Gardiner et al. 2022).

Selain itu, variabilitas hasil tes ulang (*test-retest variability*) merupakan tantangan dalam perimetri glaukoma. Variabilitas yang tinggi dapat mempengaruhi akurasi dalam memantau progresivitas penyakit. Beberapa studi menunjukkan

bahwa stimulus bergerak mungkin memiliki variabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan stimulus statis, sehingga dapat meningkatkan keandalan pengukuran lapang pandang. Selain itu, preferensi pasien terhadap jenis stimulus juga penting dipertimbangkan, karena kenyamanan selama pemeriksaan dapat mempengaruhi kepatuhan terhadap jadwal pemeriksaan rutin (Numata et al. 2017)

Artikel ini bertujuan untuk meninjau literatur terkait efektivitas dan variabilitas penggunaan stimulus bergerak dibandingkan dengan stimulus statis dalam perimetri glaukoma. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensi implementasi stimulus bergerak sebagai metode alternatif atau pelengkap dalam perimetri untuk deteksi dan pemantauan glaukoma.

METODE PENELITIAN

Empat basis data daring, yaitu PubMed, Scopus, Google Scholar, dan Cochrane, digunakan untuk mencari publikasi yang relevan. Model PICO digunakan sebagai kerangka kerja, di mana populasi adalah pasien dengan glaukoma, intervensi adalah penggunaan stimulus bergerak, perbandingan adalah stimulus statis, dan hasil yang dievaluasi meliputi sensitivitas, variabilitas hasil tes ulang (*test-retest variability*), dan preferensi pasien.

Kata kunci yang digunakan dalam pencarian basis data mencakup istilah seperti "glaucoma" OR "visual field testing" OR "automated perimetry" AND "moving stimulus" OR "static stimulus" AND "variability" OR "dynamic range". Artikel yang dipilih terbatas pada publikasi yang diterbitkan antara tahun 2011 hingga 2023. Jenis studi yang disertakan meliputi uji acak terkontrol (RCT), studi kohort, studi kasus-kontrol, atau studi potong lintang yang mengevaluasi efektivitas dan variabilitas stimulus bergerak dalam perimetri.

Hanya artikel dalam bahasa Inggris yang disertakan dalam analisis. Studi yang dipilih berfokus pada 1) evaluasi sensitivitas stimulus bergerak dibandingkan stimulus statis pada pasien glaukoma, 2) variabilitas hasil tes ulang antara kedua jenis stimulus, dan/atau 3) tingkat preferensi pasien terhadap metode stimulus bergerak. Peserta dalam studi yang disertakan adalah pasien dewasa yang telah menjalani pemeriksaan perimetri secara klinis atau eksperimental.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui proses pencarian literatur dengan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi, ditemukan 3 studi relevan yang memenuhi kriteria kelayakan. Studi-studi ini terdiri dari penelitian observasional dan eksperimental, termasuk desain studi kasus-kontrol, kohort, dan potong lintang. Partisipan dalam penelitian ini adalah orang dewasa dengan diagnosis glaukoma atau mereka yang telah

Al-Hayat: Natural Sciences, Health & Environment Journal

Volume 2 Nomor 2 (2024) 274-29 E-ISSN 3031-4585

DOI: 10.47467/alhayat.v3i1.6549

menjalani pemeriksaan perimetri otomatis.

Tabel 1. Studi Relevan yang Memenuhi Kriteria Kelayakan Dalam Tinjauan Ini

No	Penulis (Tahun), Populasi	Metode	Hasil
1	Gardiner dan Mansberger (2022), 94 pasien dengan glaukoma/suspek glaukoma	Studi membandingkan sensitivitas stimulus bergerak dan statis pada pasien glaukoma menggunakan algoritma klinis perimetri otomatis (Octopus Perimeter). Tes dilakukan pada 34 lokasi di lapang pandang dengan stimulus bergerak dan statis selama 500 ms, mengikuti grid 24-2. Variabilitas uji ulang dibandingkan selama interval 6 bulan.	Stimulus bergerak meningkatkan sensitivitas secara signifikan pada area dengan kerusakan glaukoma dibandingkan stimulus statis. Rentang dinamis diperluas untuk mendeteksi kerusakan lanjut (di bawah 19 dB) dengan variabilitas uji ulang lebih rendah (-6,35 hingga +6,48 dB untuk stimulus bergerak vs -12,7 hingga +7,81 dB untuk stimulus statis). Sebagian besar pasien (62%) lebih memilih stimulus bergerak.
2	Gardiner dan Mansberger (2023), 155 pasien glaukoma/suspek glaukoma, 34 kontrol sehat	Studi eksperimental membandingkan deteksi kehilangan fungsi menggunakan stimulus bergerak dan statis. Tes dilakukan pada 34 lokasi menggunakan algoritma ZEST (Zippy Estimation by Sequential Testing) untuk menentukan sensitivitas di lapang pandang dengan durasi stimulus 500 ms. Stimulus bergerak dirancang untuk bergerak sejajar dengan serabut saraf optik pada lokasi masing-masing.	Stimulus bergerak menurunkan variabilitas uji ulang sebesar 44% dibandingkan stimulus statis pada semua tingkat keparahan kehilangan fungsi. Tidak ada perbedaan signifikan dalam deteksi kehilangan fungsi awal antara stimulus bergerak dan statis. Sensitivitas stimulus bergerak lebih tinggi pada lokasi dengan kerusakan

			lanjut dibandingkan stimulus statis, memperpanjang rentang dinamis.
3	Rohrschneider dan Scheuerle (2010), 375 mata pasien glaukoma dan suspek glaukoma	Studi membandingkan perimetri statis terkomputerisasi (Octopus 500/900, Haag-Streit) dengan perimetri kinetik (Goldmann), dilakukan oleh operator berpengalaman. Analisis mencakup 375 mata menggunakan parameter Aulhorn untuk klasifikasi tahap glaukoma, nilai Mean Deviation (MD), dan hasil evaluasi ahli dari tomografi laser (HRT 2, Heidelberg Engineering).	Perimetri statis menunjukkan sensitivitas tinggi untuk deteksi awal kehilangan lapang pandang pada tahap awal glaukoma (MD rata-rata $7,3 \pm 7,1$ dB). Goldmann perimetri memberikan delineasi yang lebih jelas pada defek lapang pandang berbentuk busur. Korelasi tinggi ditemukan antara hasil perimetri statis dan kinetik, namun beberapa perubahan awal pada glaukoma tidak terdeteksi dengan Goldmann.

Perimetri merupakan metode yang sangat penting dalam mendeteksi dan memantau kerusakan lapang pandang pada pasien glaukoma. Berdasarkan studi yang ditinjau, penggunaan stimulus bergerak menunjukkan potensi besar dalam mengatasi berbagai keterbatasan yang ada pada stimulus statis konvensional. Salah satu keunggulan utama stimulus bergerak adalah peningkatan sensitivitas, terutama pada area dengan kerusakan lapang pandang yang lebih lanjut. Studi Gardiner dan Mansberger (2022) mengungkapkan bahwa sensitivitas stimulus bergerak meningkat rata-rata sebesar 3,4 dB pada lokasi dengan kerusakan lanjut dibandingkan dengan stimulus statis. Hal ini memungkinkan stimulus bergerak untuk memperluas rentang dinamis perimetri hingga di bawah ambang sensitivitas 19 dB, sebuah batas di mana stimulus statis sering kali menjadi tidak efektif. Peningkatan sensitivitas ini terjadi karena stimulus bergerak mampu memanfaatkan mekanisme visual tambahan, seperti aktivasi sel ganglion retina yang sensitif terhadap gerakan dan jalur visual kortikal yang terlibat dalam deteksi gerakan.

Keunggulan lain dari stimulus bergerak adalah penurunan variabilitas uji ulang (*test-retest variability*), yang merupakan tantangan utama dalam perimetri

glaukoma. Variabilitas yang tinggi dapat mengurangi keakuratan hasil tes, terutama dalam memantau progresivitas penyakit. Gardiner dan Mansberger (2023) melaporkan bahwa stimulus bergerak menurunkan variabilitas uji ulang hingga 44% dibandingkan dengan stimulus statis. Penurunan ini menunjukkan keandalan yang lebih tinggi dalam penggunaan stimulus bergerak, yang sangat penting dalam memberikan data yang akurat bagi klinisi untuk menentukan langkah pengobatan. Selain itu, preferensi pasien terhadap stimulus bergerak juga memberikan kontribusi positif. Sebagian besar pasien dalam studi Gardiner dan Mansberger (2022) melaporkan bahwa mereka lebih nyaman dan menyukai stimulus bergerak dibandingkan stimulus statis. Hal ini penting untuk meningkatkan kepatuhan pasien terhadap jadwal pemeriksaan rutin, yang merupakan komponen kunci dalam manajemen glaukoma.

Dalam konteks metode lain, seperti perimetri kinetik (Goldmann), studi oleh Rohrschneider dan Scheuerle (2010) menunjukkan bahwa perimetri kinetik memberikan delineasi yang lebih baik pada batas defek lapang pandang berbentuk busur. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam mendeteksi perubahan awal pada glaukoma, yang justru menjadi salah satu keunggulan stimulus bergerak dalam perimetri statis. Dengan demikian, stimulus bergerak dan metode kinetik memiliki peran yang saling melengkapi dalam deteksi dan pemantauan glaukoma.

Meskipun hasil studi menunjukkan keunggulan stimulus bergerak, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan sebelum implementasi klinisnya secara luas. Sebagian besar penelitian dilakukan dalam kondisi eksperimental, sehingga generalisasi ke populasi klinis membutuhkan validasi tambahan. Selain itu, adaptasi perangkat keras dan perangkat lunak perimetri otomatis yang ada untuk mendukung stimulus bergerak juga memerlukan pengembangan lebih lanjut. Tantangan lainnya adalah kebutuhan untuk membangun *database* normatif yang sesuai untuk analisis hasil dengan stimulus bergerak.

Secara keseluruhan, stimulus bergerak menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan keakuratan dan keandalan perimetri dalam diagnosis dan pemantauan glaukoma. Dengan sensitivitas yang lebih tinggi, variabilitas yang lebih rendah, dan preferensi pasien yang positif, stimulus bergerak dapat menjadi alternatif atau pelengkap penting untuk stimulus statis dalam praktik klinis. Implementasi metode ini memerlukan pengembangan lebih lanjut, tetapi hasil penelitian sejauh ini sangat mendukung integrasi stimulus bergerak ke dalam sistem perimetri modern.

KESIMPULAN

Stimulus bergerak memiliki beberapa keunggulan signifikan dibandingkan stimulus statis dalam perimetri glaukoma:

1. Peningkatan Sensitivitas: Stimulus bergerak meningkatkan sensitivitas terutama pada area dengan kerusakan lanjut, memperluas rentang dinamis

hingga di bawah 19 dB.

2. Penurunan Variabilitas Uji Ulang: Variabilitas uji ulang lebih rendah pada stimulus bergerak, meningkatkan keandalan dalam pemantauan progresivitas glaukoma.

Namun, perimetri kinetik tetap memiliki tempatnya, terutama dalam memberikan delineasi yang lebih baik untuk defek lapang pandang berbentuk busur. Oleh karena itu, stimulus bergerak dapat menjadi metode pelengkap atau bahkan alternatif dalam perimetri glaukoma, terutama untuk pasien dengan sensitivitas rendah di area lapang pandang yang rusak. Implementasi klinisnya membutuhkan penyesuaian lebih lanjut, termasuk integrasi ke dalam algoritma perimetri otomatis dan pengembangan *database* normatif yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

Bantoyot, F. (2023) 'Klasifikasi, Diagnosis dan Pengobatan Terkini untuk Glaukoma: Tinjauan Pustaka', *Jurnal Sosial dan Sains*, 3(9), hlm. 1028–1038.

Gardiner, S.K. & Mansberger, S.L. (2022) 'Moving stimulus perimetry: A new functional test for glaucoma', *Translational Vision Science & Technology*, 11(10), hlm. 9. Tersedia di: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9554223/> (Diakses pada: 3 Januari 2025).

Gardiner, S.K. & Mansberger, S.L. (2023) 'Detectability of visual field defects in glaucoma using moving versus static stimuli for perimetry', *Translational Vision Science & Technology*, 12(8), hlm. 12. Tersedia di: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37578428/> (Diakses pada: 3 Januari 2025).

Numata, T., Maddess, T., Matsumoto, C., Okuyama, S., Hashimoto, S., Nomoto, H. & Shimomura, Y. (2017) 'Exploring test–retest variability using high-resolution perimetry', *Translational Vision Science & Technology*, 6(5), hlm. 8.

Rohrschneider, K. & Scheuerle, A.F. (2010) 'Comparison of Goldmann kinetic and static perimetry in advanced glaucomatous visual field loss', *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. Tersedia di: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2374097> (Diakses pada: 3 Januari 2025).