POLICY BRIEF

Dr. Ir. ARIF SETIAWAN S.Kom, MCs, IPM
Universitas Muria Kudus

PENGUATAN DETEKSI DINI ABLASI RETINA UNTUK MENCEGAH KEBUTAAN MELALUI PEMANFAATAN TEKNOLOGI CITRA DIGITAL FUNDUS

Ringkasan Eksekutif

Tantangan utama dalam pencegahan kebutaan akibat ablasi retina meliputi keterlambatan deteksi, keterbatasan akses terhadap pemeriksaan mata, serta belum meratanya ketersediaan tenaga kesehatan dengan kompetensi spesialis mata. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penguatan sistem deteksi dini yang mampu membantu tenaga kesehatan melakukan identifikasi awal secara cepat, objektif, dan efisien. Policy brief ini mengusulkan pemanfaatan teknologi citra digital fundus dan Artificial Intelligence (AI) sebagai alat bantu skrining awal ablasi retina. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode analisis citra yang mengkombinasikan deteksi tepi Canny, Region of Interest (ROI), dan blob detection dapat digunakan untuk mendeteksi area yang diduga mengalami ablasi retina pada citra digital fundus. Dari tiga algoritma blob detection yang dibandingkan, yaitu Laplacian of Gaussian (LoG), Difference of Gaussian (DoG), dan Determinant of Hessian (DoH), algoritma LoG menunjukkan kinerja terbaik dengan nilai keypoint performance sebesar 96,16%. Hasil tersebut menunjukkan potensi metode LoG untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai teknologi pendukung skrining dini ablasi retina.

Dalam konteks Jawa Tengah, inovasi ini memiliki nilai strategis karena dapat melengkapi penguatan pelayanan kesehatan mata yang telah tersedia. Sistem skrining berbasis citra digital fundus dapat ditempatkan sebagai lapisan awal dalam rantai pelayanan, yaitu skrining, identifikasi risiko, rujukan, pemeriksaan spesialistik, penanganan. Pendekatan tersebut berpotensi memperpendek waktu antara munculnya indikasi kelainan retina dengan pemeriksaan oleh tenaga spesialis, terutama pada wilayah yang memiliki keterbatasan akses terhadap dokter spesialis mata. Untuk merealisasikan potensi tersebut, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah direkomendasikan menerapkan kebijakan secara bertahap melalui pilot project pada fasilitas kesehatan yang telah memiliki perangkat fundus digital. Implementasi kebijakan perlu didukung oleh integrasi antara Puskesmas, rumah sakit, dokter spesialis mata, perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan mitra teknologi. Sistem skrining perlu diintegrasikan secara bertahap dengan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS), telemedicine, dan jejaring rujukan kesehatan mata. Pada saat yang sama, diperlukan standar operasional, pelatihan tenaga kesehatan, validasi klinis, perlindungan data pasien, keamanan informasi, serta tata kelola AI yang jelas. Dengan demikian, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah perlu mendorong pengembangan dan hilirisasi teknologi deteksi dini ablasi retina berbasis citra digital fundus sebagai bagian dari strategi pelayanan kesehatan mata yang preventif, berbasis teknologi, terintegrasi, dan berorientasi pada pemerataan akses.

PENDAHULUAN

Mata manusia dewasa terdiri lebih dari 50.000 sel, kelainan pada mata mengidentifikasi ribuan varian genetik yang berhubungan dengan penyakit mata (Wang et al. 2022). Gangguan penglihatan merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang membutuhkan perhatian karena dapat menurunkan kualitas hidup, produktivitas, dan kemandirian masyarakat. Berbagai penyakit mata, antara lain retinopati, glaukoma, katarak, dan ablasi retina, dapat menyebabkan gangguan penglihatan hingga kebutaan apabila tidak ditangani secara tepat (Li et al., 2025). Ablasi retina merupakan kondisi serius ketika retina mengalami robekan atau pelepasan dari jaringan yang menopangnya sehingga mengganggu fungsi penglihatan (Savastano et al., 2024). Kondisi ini merupakan kegawatdaruratan mata yang membutuhkan diagnosis dan

penanganan secara cepat karena keterlambatan penanganan dapat meningkatkan risiko kehilangan penglihatan secara permanen (Koh et al., 2020). Mendiagnosis penyakit mata secara otomatis sangat dibutuhkan pada dunia medis, pendekatan diagnostik secara otomatis sangat membantu para dokter dalam mendiagnosis secara cepat dan akurat, salah satunya adalah diagnosis ablasi retina (Yadav, Murugan, and Goel 2023).

Permasalahan kesehatan mata tersebut memiliki relevansi langsung dengan pembangunan kesehatan di Jawa Tengah. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah telah menempatkan pelayanan kesehatan mata sebagai bagian penting dalam penguatan pelayanan kesehatan. Pada tingkat pelayanan rujukan, beberapa Rumah Sakit juga telah menyediakan layanan vitreoretina yang menangani berbagai gangguan retina, termasuk ablasi retina, serta didukung teknologi pemeriksaan seperti foto fundus, Optical Coherence Tomography (OCT), dan ultrasonografi mata. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Jawa Tengah telah memiliki infrastruktur pelayanan kesehatan mata, tetapi penguatan pada aspek deteksi dini dan skrining berbasis teknologi masih diperlukan. Tantangan tersebut menjadi semakin penting karena deteksi penyakit retina pada tahap awal membutuhkan pemeriksaan yang cepat, objektif, dan dapat membantu tenaga kesehatan dalam menentukan pasien yang membutuhkan pemeriksaan lebih lanjut. Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah sendiri menempatkan data fasilitas pelayanan kesehatan, tenaga kesehatan, serta situasi kesehatan masyarakat sebagai dasar penting dalam pengambilan keputusan pembangunan kesehatan daerah.

Beberapa faktor yang meningkatkan resiko ablasi retina antara lain usia lebih dari 50 tahun, riwayat operasi mata, trauma mata akibat benturan benda tumpul, serta penyakit mata yang berkaitan dengan peradangan atau infeksi (Gao et al., 2019). Oleh karena itu, penguatan sistem deteksi dini menjadi penting untuk mendukung strategi pelayanan kesehatan mata yang bersifat preventif dan mempercepat proses rujukan pasien yang terindikasi mengalami kelainan retina. Identifikasi dini dapat membantu pasien memperoleh penanganan lebih cepat, termasuk tindakan untuk mengembalikan posisi retina yang mengalami pelepasan (Yadav, Murugan, and Goel, 2024). Salah satu teknologi yang berpotensi mendukung deteksi dini tersebut adalah citra digital fundus retina. Citra digital fundus merupakan hasil dokumentasi visual bagian dalam mata yang dapat digunakan untuk menganalisis berbagai kelainan retina (Xu et al., 2024). Citra digital fundus memiliki keunggulan karena proses pengambilan gambar relatif mudah dan dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan pemeriksaan awal dengan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan pemeriksaan diagnostik lanjutan (Xiao and Lyu, 2024). Perkembangan analisis citra dan kecerdasan buatan membuka peluang untuk mengembangkan sistem skrining yang dapat membantu tenaga kesehatan mengidentifikasi area abnormal secara lebih cepat dan objektif.

Pada provinsi Jawa Tengah, pemanfaatan teknologi analisis citra untuk deteksi dini ablasi retina menjadi relevan karena dapat melengkapi penguatan fasilitas pelayanan mata yang sedang dikembangkan oleh pemerintah daerah. Teknologi ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan dokter spesialis mata, tetapi sebagai alat bantu skrining untuk mengidentifikasi citra yang memiliki indikasi kelainan retina sehingga pasien dapat diprioritaskan untuk pemeriksaan lebih lanjut. Dengan demikian, inovasi ini berpotensi mendukung penguatan sistem rujukan, mempercepat identifikasi kasus, dan memperluas akses terhadap deteksi dini penyakit retina di Jawa Tengah. Pendekatan diagnostik berbantuan komputer dapat membantu tenaga medis dalam melakukan identifikasi secara lebih cepat dan konsisten, termasuk untuk diagnosis ablasi retina (Yadav, Murugan, and Goel, 2023). Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini mengusulkan metode deteksi area ablasi retina pada citra digital fundus digital menggunakan pendekatan analisis citra yang terdiri atas konversi citra grayscale, pemrosesan morfologi, deteksi tepi menggunakan algoritma Canny, penentuan Region of Interest (ROI), dan blob detection. Selanjutnya, penelitian membandingkan tiga metode blob detection, yaitu Laplacian of Gaussian (LoG), Difference of Gaussian (DoG), dan Determinant of Hessian (DoH) berdasarkan nilai akurasi. Perbandingan tersebut dilakukan untuk menentukan metode yang paling efektif dalam mendeteksi karakteristik area yang diduga mengalami ablasi retina. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pengembangan sistem skrining berbasis citra digital fundus yang dapat mendukung deteksi dini, mempercepat proses identifikasi kasus, dan memperkuat pemanfaatan teknologi digital dalam pelayanan kesehatan mata di Jawa Tengah.

DESKRIPSI MASALAH

Permasalahan ablasi retina tidak hanya berkaitan dengan aspek klinis, tetapi juga dengan kebutuhan deteksi dini dan kecepatan identifikasi pasien yang membutuhkan pemeriksaan lanjutan. Ablasi retina merupakan kondisi kegawatdaruratan mata yang apabila terlambat ditangani dapat menyebabkan kehilangan penglihatan secara permanen. Kondisi tersebut menjadi semakin penting di Jawa Tengah karena pemerintah daerah sedang memperkuat pelayanan kesehatan, khususnya kesehatan mata. Namun

demikian, penguatan fasilitas pelayanan belum sepenuhnya menjawab kebutuhan pada tahap skrining dan identifikasi awal kelainan retina. Pemeriksaan dan interpretasi citra digital fundus masih membutuhkan tenaga kesehatan dengan kompetensi khusus, sementara kemampuan fasilitas dan tenaga spesialis tidak selalu tersebar secara merata di seluruh wilayah. Kondisi tersebut dapat menimbulkan kesenjangan antara kebutuhan masyarakat terhadap deteksi dini dengan kapasitas pelayanan rujukan, khususnya ketika pasien harus melalui proses pemeriksaan sebelum memperoleh penanganan lebih lanjut.

Gap inilah yang menjadi dasar pentingnya pengembangan teknologi skrining berbasis citra digital. Teknologi tidak diarahkan untuk menggantikan dokter spesialis mata, tetapi untuk membantu mengidentifikasi citra yang memiliki indikasi kelainan retina sehingga pasien yang berisiko dapat lebih cepat diarahkan untuk pemeriksaan oleh tenaga medis yang kompeten. Temuan penelitian ini memiliki relevansi terhadap kebutuhan penguatan pelayanan kesehatan mata di Jawa Tengah. Apabila dikembangkan lebih lanjut dan divalidasi menggunakan dataset klinis yang lebih besar, pendekatan tersebut dapat diarahkan menjadi sistem *computer-aided screening* yang membantu tenaga kesehatan melakukan identifikasi awal terhadap citra yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut. Dengan mekanisme tersebut, fasilitas pelayanan kesehatan tingkat awal berpotensi memperoleh alat bantu untuk melakukan identifikasi awal, sedangkan pasien dengan indikasi kelainan retina dapat diprioritaskan untuk dirujuk ke fasilitas yang memiliki layanan spesialis retina. Dengan kata lain, inovasi yang dihasilkan penelitian ini tidak berhenti pada keberhasilan algoritma dalam mendeteksi objek pada citra, tetapi memiliki peluang untuk mendukung rantai pelayanan kesehatan mata: skrining awal, identifikasi risiko, rujukan, pemeriksaan spesialistik, penanganan lebih cepat.

Permasalahan utama yang perlu diatasi bukan hanya bagaimana mendeteksi ablasi retina secara otomatis, tetapi bagaimana memperpendek jarak antara munculnya indikasi kelainan retina dengan pemeriksaan dan penanganan oleh tenaga spesialis. Keterlambatan pada tahap tersebut berpotensi meningkatkan risiko gangguan penglihatan permanen. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem skrining kesehatan mata berbasis citra digital di Jawa Tengah. Sistem tersebut dapat diarahkan untuk mendukung fasilitas pelayanan kesehatan dalam melakukan skrining awal, terutama pada wilayah yang memiliki keterbatasan akses terhadap tenaga spesialis retina. Implementasi teknologi juga dapat mendukung penguatan sistem rujukan dengan memberikan informasi awal mengenai citra yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut.

Penelitian ini berhasil mengembangkan metode deteksi area ablasi retina pada citra digital fundus digital melalui kombinasi proses deteksi tepi, Region of Interest (ROI), dan blob detection. Pengujian dilakukan menggunakan tiga algoritma blob detection, yaitu Laplacian of Gaussian (LoG), Difference of Gaussian (DoG), dan Determinant of Hessian (DoH). Evaluasi dilakukan berdasarkan nilai keypoint performance yang menunjukkan kemampuan algoritma dalam mendeteksi area ablasi retina. Hasil pengujian menunjukkan bahwa LoG memperoleh nilai akurasi keypoint performance sebesar 96,16%, lebih tinggi dibandingkan DoH dan DoG. Temuan ini menunjukkan bahwa metode LoG memiliki kemampuan terbaik dalam mendeteksi area ablasi retina pada citra digital fundus digital. Secara keseluruhan, kombinasi deteksi tepi Canny, ROI, dan blob detection berbasis LoG terbukti efektif dalam mengidentifikasi area ablasi retina berukuran kecil maupun tidak beraturan

Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini bagi Jawa Tengah adalah menyediakan hasil bahwa analisis citra digital fundus berbasis LoG berpotensi dikembangkan menjadi alat bantu skrining ablasi retina. Jika dikembangkan melalui validasi klinis dan integrasi dengan sistem pelayanan kesehatan, inovasi ini dapat mendukung deteksi lebih dini, mempercepat proses rujukan, dan memperkuat transformasi digital pelayanan kesehatan mata di Jawa Tengah.

REKOMENDASI KEBIJAKAN

1. Peningkatan Derajat Kesehatan Masyarakat

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah perlu memperkuat kebijakan deteksi dini penyakit retina melalui pengembangan dan penerapan skrining berbasis citra digital fundus digital pada fasilitas pelayanan kesehatan. Kebijakan tersebut diarahkan untuk mempercepat identifikasi masyarakat yang memiliki indikasi kelainan retina sebelum pasien mengalami gangguan penglihatan yang lebih berat. Implementasinya dapat dilakukan secara bertahap melalui *pilot project* pada fasilitas pelayanan kesehatan yang memiliki perangkat pemeriksaan fundus, kemudian diperluas berdasarkan hasil evaluasi. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah perlu mengintegrasikan skrining citra digital fundus dengan mekanisme rujukan pelayanan kesehatan mata. Hasil skrining digunakan sebagai informasi awal untuk mengidentifikasi pasien yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut oleh dokter spesialis mata atau layanan vitreoretina, sehingga potensi keterlambatan penanganan pasien dengan indikasi ablasi retina dapat dikurangi.

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah juga perlu menetapkan kelompok sasaran dan fasilitas prioritas untuk pelaksanaan skrining, terutama pada masyarakat yang memiliki faktor risiko gangguan retina, seperti kelompok usia lanjut, penderita diabetes, penderita hipertensi, serta masyarakat dengan riwayat trauma atau gangguan mata. Penentuan sasaran tersebut perlu disesuaikan dengan data kesehatan daerah dan kapasitas fasilitas pelayanan kesehatan sehingga pelaksanaan program dapat dilakukan secara efektif dan terukur. Untuk memastikan kebijakan menghasilkan dampak nyata, Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah perlu menetapkan indikator evaluasi, antara lain jumlah fasilitas kesehatan yang menerapkan skrining, jumlah masyarakat yang diskrining, jumlah citra yang teridentifikasi berisiko, persentase pasien yang berhasil dirujuk, serta waktu dari hasil skrining hingga pemeriksaan spesialistik. Indikator tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas program dan menentukan perluasan implementasi ke kabupaten/kota lainnya.

2. Transformasi Digital Pelayanan Kesehatan

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah perlu memasukkan teknologi skrining berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) sebagai salah satu instrumen dalam penguatan transformasi digital pelayanan kesehatan mata. Teknologi tersebut dapat diarahkan untuk melakukan analisis awal citra digital fundus digital sehingga fasilitas pelayanan kesehatan dapat mengidentifikasi citra yang memiliki indikasi kelainan retina dan menentukan pasien yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut oleh dokter spesialis mata. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah perlu menginisiasi uji coba (*pilot project*) sistem skrining ablasi retina berbasis AI pada fasilitas pelayanan kesehatan yang memiliki perangkat fundus digital. Uji coba dilakukan secara bertahap untuk mengukur kelayakan teknologi, kemudahan penggunaan, waktu pemeriksaan, serta kemampuan sistem dalam mengidentifikasi pasien yang memerlukan pemeriksaan lanjutan. Hasil evaluasi pilot project menjadi dasar keputusan untuk memperluas penerapan ke fasilitas kesehatan di kabupaten/kota lainnya.

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah perlu membangun mekanisme integrasi antara sistem skrining digital, tenaga kesehatan, dan layanan rujukan mata. Sistem AI ditempatkan sebagai alat bantu skrining, sedangkan keputusan diagnosis dan tindakan medis tetap berada pada dokter. Citra yang teridentifikasi memiliki indikasi kelainan retina dapat diberikan tanda atau *risk flag* untuk kemudian diverifikasi oleh tenaga kesehatan dan, apabila diperlukan, dirujuk ke dokter spesialis mata atau layanan vitreoretina. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah juga perlu menetapkan standar validasi dan tata kelola penggunaan AI dalam pelayanan kesehatan mata. Selanjutnya, Dinas Kesehatan bersama rumah sakit dan perguruan tinggi perlu membangun ekosistem data kesehatan mata yang aman dan terstandar. Data citra digital fundus yang digunakan untuk pengembangan dan validasi AI perlu dikelola berdasarkan prinsip perlindungan data, persetujuan penggunaan data, keamanan informasi, dan tata kelola data kesehatan.

Penerapan sistem berbasis kecerdasan buatan ini mampu memperkuat implementasi Smart Health oleh Komdigi, meningkatkan efisiensi pelayanan, memperluas akses masyarakat terhadap pelayanan kesehatan mata yang berkualitas, serta mendukung terwujudnya sistem kesehatan yang modern, adaptif, dan berkelanjutan sesuai dengan arah pembangunan dalam RPJMD Provinsi Jawa Tengah.

3. Penguatan Ekosistem Inovasi Daerah

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah perlu mendorong hilirisasi dan adopsi inovasi teknologi kesehatan berbasis *Artificial Intelligence (AI)* sebagai bagian dari penguatan ekosistem inovasi daerah. Hasil riset mengenai deteksi ablasi retina berbasis analisis citra digital dapat dijadikan salah satu model inovasi yang dikembangkan dari tahap penelitian menuju implementasi pelayanan kesehatan. Langkah kebijakan yang perlu dilakukan adalah memfasilitasi pengembangan dan uji coba sistem deteksi otomatis ablasi retina pada fasilitas pelayanan kesehatan yang memiliki perangkat kamera fundus digital. Uji coba dapat dilaksanakan secara bertahap pada RSUD Provinsi, RSUD Kabupaten/Kota, Puskesmas, serta fasilitas pelayanan kesehatan mata dengan mempertimbangkan kesiapan infrastruktur, sumber daya manusia, dan kebutuhan pelayanan di masing-masing wilayah.

Selanjutnya, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah perlu membangun skema integrasi inovasi kesehatan digital dengan ekosistem Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) dan layanan telemedicine. Integrasi tersebut diarahkan untuk mempercepat proses skrining, mendukung identifikasi awal pasien berisiko, serta memfasilitasi rujukan kepada dokter spesialis mata. Sistem dikembangkan menjadi aplikasi deteksi otomatis ablasi retina berbasis analisis citra digital, model Artificial Intelligence (AI) untuk diagnosis citra fundus, serta sistem pendukung keputusan klinis (Clinical Decision Support System/CDSS) yang dapat membantu tenaga kesehatan dalam melakukan skrining dan diagnosis awal penyakit retina. Dengan demikian, teknologi AI tidak menggantikan peran tenaga medis, tetapi digunakan sebagai alat bantu skrining

dan pendukung pengambilan keputusan klinis. Untuk memastikan keberlanjutan inovasi, pemerintah perlu membangun kolaborasi antara pemerintah daerah, perguruan tinggi, rumah sakit, fasilitas pelayanan kesehatan, dan mitra teknologi dalam pengembangan, validasi, pemeliharaan, serta peningkatan sistem.

Pada tahap berikutnya, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dapat menetapkan lokasi percontohan (*pilot project*) implementasi AI untuk skrining penyakit retina, terutama pada wilayah yang memiliki keterbatasan akses terhadap dokter spesialis mata. Hasil uji coba digunakan sebagai dasar untuk menyusun model replikasi dan memperluas penerapan ke kabupaten/kota lainnya. Melalui langkah tersebut, hilirisasi riset tidak berhenti pada publikasi atau prototipe, tetapi diarahkan menjadi inovasi pelayanan publik yang teruji, dapat direplikasi, dan memberikan manfaat langsung bagi masyarakat. Implementasi secara bertahap juga dapat memperkuat posisi Jawa Tengah sebagai daerah yang mampu mengembangkan dan mengadopsi inovasi teknologi kesehatan berbasis AI untuk meningkatkan akses, efisiensi, dan kualitas pelayanan kesehatan mata.

4. Pemerataan Pelayanan Kesehatan

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah perlu memperluas akses skrining dini penyakit retina melalui pemanfaatan teknologi *Artificial Intelligence (AI)* berbasis analisis citra digital, khususnya pada wilayah yang memiliki keterbatasan akses terhadap dokter spesialis mata. Kebijakan ini dapat ditempatkan sebagai bagian dari penguatan pelayanan kesehatan primer dan pemerataan akses layanan kesehatan mata di Jawa Tengah. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah perlu menetapkan Puskesmas dan fasilitas pelayanan kesehatan di wilayah prioritas sebagai lokasi pilot project skrining penyakit retina berbasis AI. Fasilitas yang dipilih dapat memanfaatkan kamera fundus digital untuk memperoleh citra mata, kemudian menggunakan sistem AI sebagai alat bantu skrining untuk mengidentifikasi indikasi awal kelainan retina. Hasil skrining selanjutnya digunakan untuk menentukan kebutuhan pemeriksaan lanjutan dan rujukan kepada dokter spesialis mata. Untuk memastikan pelaksanaan berjalan efektif, pemerintah perlu menyiapkan standar operasional prosedur (SOP), pelatihan tenaga kesehatan, mekanisme rujukan, serta sistem pemantauan dan evaluasi. Dokter umum, perawat, dan tenaga kesehatan terkait perlu diberikan kompetensi dalam pengambilan citra digital fundus, pengoperasian sistem, interpretasi hasil skrining sebagai alat bantu, serta penentuan tindak lanjut sesuai kewenangan tenaga kesehatan.

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah juga perlu membangun sistem jejaring rujukan antara Puskesmas, rumah sakit, dan dokter spesialis mata. Sistem tersebut dapat dikembangkan secara digital sehingga hasil skrining dari fasilitas kesehatan tingkat pertama dapat diteruskan kepada fasilitas rujukan untuk memperoleh pemeriksaan dan penanganan lebih lanjut. Pendekatan ini penting untuk memastikan bahwa teknologi AI tidak berdiri sendiri, tetapi menjadi bagian dari alur pelayanan kesehatan mata yang terintegrasi. Penerapan kebijakan perlu memprioritaskan wilayah dengan keterbatasan jumlah dokter spesialis mata dan akses pelayanan kesehatan mata. Dengan pendekatan berbasis kebutuhan wilayah, teknologi skrining dapat digunakan untuk memperpendek jarak layanan, mempercepat identifikasi masyarakat yang berisiko mengalami penyakit retina, dan meningkatkan efektivitas sistem rujukan.

Keberhasilan kebijakan dapat diukur melalui beberapa indikator, antara lain jumlah Puskesmas yang menerapkan skrining retina berbasis AI, jumlah tenaga kesehatan yang memperoleh pelatihan, jumlah masyarakat yang mendapatkan skrining, jumlah kasus berisiko yang berhasil teridentifikasi, serta persentase pasien yang memperoleh tindak lanjut atau rujukan. Hasil evaluasi pilot project selanjutnya menjadi dasar bagi Pemerintah Provinsi Jawa Tengah untuk menentukan perluasan implementasi ke kabupaten/kota lainnya. Dengan langkah tersebut, pemanfaatan AI diarahkan menjadi instrumen kebijakan untuk memperluas akses dan memperkuat pemerataan pelayanan kesehatan mata, terutama bagi masyarakat di wilayah yang selama ini menghadapi keterbatasan akses terhadap dokter spesialis.

5. Penguatan SDM Unggul

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah perlu menempatkan deteksi dini penyakit retina sebagai bagian dari upaya pencegahan gangguan penglihatan dan perlindungan produktivitas masyarakat, khususnya pada kelompok usia produktif. Kebijakan ini perlu diarahkan pada penguatan skrining, percepatan rujukan, dan penanganan penyakit retina sebelum berkembang menjadi gangguan penglihatan berat atau kebutaan. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah perlu mengembangkan program skrining penyakit retina secara bertahap pada kelompok masyarakat yang memiliki risiko gangguan penglihatan, dengan memprioritaskan wilayah dan kelompok usia produktif yang memiliki keterbatasan akses terhadap pelayanan kesehatan mata. Pemanfaatan teknologi analisis citra digital dan Artificial Intelligence (AI) dapat digunakan sebagai alat bantu skrining untuk mempercepat identifikasi masyarakat yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut oleh tenaga medis.

Hasil skrining perlu diintegrasikan dengan mekanisme rujukan dan tindak lanjut pelayanan kesehatan mata, sehingga masyarakat yang terindikasi mengalami kelainan retina dapat segera memperoleh pemeriksaan dan penanganan pada fasilitas kesehatan yang memiliki kompetensi. Pemerintah daerah perlu menetapkan alur rujukan yang jelas antara Puskesmas, rumah sakit, dan dokter spesialis mata untuk mengurangi keterlambatan diagnosis dan penanganan. Untuk menjaga produktivitas masyarakat, program skrining dapat diintegrasikan dengan kegiatan promotif dan preventif pada lingkungan kerja, institusi pendidikan, serta komunitas masyarakat.

Penguatan kesehatan penglihatan juga perlu dipandang sebagai bagian dari investasi pembangunan sumber daya manusia. Dengan demikian, pencegahan gangguan penglihatan dapat mendukung peningkatan produktivitas masyarakat sekaligus mengurangi potensi kerugian ekonomi akibat hilangnya kemampuan kerja. Dampak kebijakan ini juga menjangkau beberapa sektor strategis, yaitu industri, pendidikan, transportasi, layanan kesehatan, serta produktivitas dan daya saing masyarakat. Oleh karena itu, penguatan layanan deteksi dini penyakit retina tidak hanya menjadi agenda sektor kesehatan, tetapi perlu dikembangkan sebagai upaya lintas sektor untuk menjaga kualitas sumber daya manusia Jawa Tengah. Melalui langkah tersebut, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dapat menjadikan perlindungan kesehatan mata sebagai bagian dari strategi pembangunan SDM unggul, dengan memastikan masyarakat memiliki kesempatan untuk memperoleh deteksi dini, akses rujukan, dan penanganan yang lebih cepat terhadap gangguan retina. Pada akhirnya, kebijakan ini diharapkan mampu menjaga kualitas hidup masyarakat, mempertahankan produktivitas, dan memperkuat daya saing pembangunan Jawa Tengah.

REFERENSI

Gao, Kun et al. 2019. “Double-Branched and Area-Constraint Fully Convolutional Networks for Automated Serous Retinal Detachment Segmentation in SD-OCT Images.” *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 176: 69–80.

Koh, Joel En Wei et al. 2020. “A Novel Hybrid Approach for Automated Detection of Retinal Detachment Using Ultrasound Images.” *Computers in Biology and Medicine* 120(January): 103704. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103704.

Li, Jianyong et al. 2025. “An Adaptive Fundus Retinal Vessel Segmentation Model Capable of Adapting to the Complex Structure of Blood Vessels.” *Biomedical Signal Processing and Control* 101(April 2024).

Priyadharsini, R., and T. Sree Sharmila. 2019. “Object Detection in Underwater Acoustic Images Using Edge Based Segmentation Method.” *Procedia Computer Science* 165: 759–65. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.01.015.

Sabatino, Francesco, Philip Banerjee, and Mahiul M. Mahiul. 2024. “Clinical Therapeutics for Proliferative Vitreoretinopathy in Retinal Detachment.” *Survey of Ophthalmology* 69(4): 508–20. https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2024.03.007.

Savastano, Maria Cristina et al. 2024. “Prediction of Postoperative Visual Acuity Restoration in Macula off Rhegmatogenous Retinal Detachment Using Artificial Intelligence.” *AJO International* 1(1): 100008. https://doi.org/10.1016/j.ajoint.2024.100008.

Wang, Sean K. et al. 2022. “Single-Cell Multiome of the Human Retina and Deep Learning Nominate Causal Variants in Complex Eye Diseases.” *Cell Genomics* 2(8): 100164. https://doi.org/10.1016/j.xgen.2022.100164.

Xiao, Wenbo, and Yaolei Lyu. 2024. “Human Computer Interaction Product for Infrared Thermographic Fundus Retinal Vessels Image Segmentation Using U-Net.” *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 17(3): 101003. https://doi.org/10.1016/j.jrras.2024.101003.

Xu, Yongli et al. 2024. “Deep Learning for Predicting Circular Retinal Nerve Fiber Layer Thickness from Fundus Photographs and Diagnosing Glaucoma.” *Heliyon* 10(13): e33813. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33813.