

Model Klasifikasi Mata Katarak dan Normal Menggunakan Histogram

Valencia Wirawan¹, Yustinus Eko Soelistio²

Information System Department, Universitas Multimedia Nusantara
valencia.wirawan@student.umn.ac.id¹, yustinus.eko@umn.ac.id²

Diterima 6 April 2017

Disetujui 14 Juni 2017

Abstract—Telah banyak penelitian pada citra medis telah diadopsi oleh sebagian besar ilmuwan dan dokter yang dapat membantu dalam mendeteksi gangguan pada mata terutama katarak. Namun, umumnya penelitian tersebut menggunakan citra medis atau digital yang relatif mahal dan sulit didapatkan oleh sebagian orang, dan metode yang rentan akan translasi (pergeseran), serta perubahan ukuran gambar dan bentuk objek. Penelitian ini mengembangkan sebuah metode menggunakan model *histogram* untuk mengklasifikasi mata katarak dari citra digital dengan (1) format yang lebih umum seperti JPEG dan (2) lebih toleran terhadap translasi dan perubahan ukuran. Metode ini juga mampu bekerja dengan baik menggunakan citra digital dalam citra mata yang tidak tegak lurus terhadap kamera. Metode ini mencapai akurasi 79,03% dalam kondisi bebas dan 88,47% dalam kondisi mata tegak lurus terhadap kamera. Metode ini mempunyai kompleksitas yang rendah sehingga dapat digunakan pada komputer dengan spesifikasi rendah dan sistem yang membutuhkan kecepatan mendekati *real-time*.

Index Terms—*Image processing, cataract, classification, histogram*

I. PENDAHULUAN

Gangguan mata dan kebutaan merupakan kondisi yang dapat mempengaruhi jangka waktu hidup seseorang, baik melalui biaya medis untuk pengobatan maupun melalui biaya ekonomi dan sosial yang tinggi untuk mengurangi kehilangan penglihatan [1]. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan RI, 50% kasus kebutaan di Indonesia disebabkan oleh katarak. Setiap tahunnya, penderita katarak terus bertambah hingga diperkirakan mencapai 1000 pasien. Secara global, Indonesia menempati urutan kedua sebagai negara dengan jumlah penderita katarak tertinggi setelah Etiopia [2].

Terkait dengan permasalahan tersebut, kini telah banyak penelitian citra medis yang dilakukan dalam bidang pendeteksian gangguan pada mata [3-11]. Penelitian pada citra medis telah diadopsi oleh sebagian besar ilmuwan dan dokter yang dapat membantu dalam mendeteksi kelainan pada mata seperti pada katarak [3-6]. Penelitian-penelitian tersebut menghasilkan berbagai metode pendeteksian katarak yang memanfaatkan beragam jenis citra digital. [3-5].

Penelitian yang pertama [3] mendeteksi adanya indikasi katarak dan mengklasifikasikan citra digital katarak ke dalam dua kategori yaitu *nuclear* dan *cortical*. Deteksi katarak dilakukan dengan membandingkan tingkat intensitas keabuan citra digital mata normal dan katarak. Pengelompokan kedua kategori katarak dilakukan dengan pengukuran bentuk bundar (*circularity*). Metode pengukuran bentuk bundar ini dapat rentan akan ukuran dan bentuk objek misalnya ketika citra digital mata berada dalam kondisi yang tidak utuh seperti tertutup objek lain atau pengambilan gambar yang kurang tepat oleh kamera. Penelitian ini berhasil mencapai tingkat akurasi 94,96%. Digunakan data citra digital dengan bola mata yang mengarah lurus ke depan atau ke arah kamera dan iris yang utuh sehingga tidak diketahui bagaimana performa sistem apabila kondisi mata pada citra digital tidak dalam keadaan utuh.

Penelitian yang kedua [4] berfokus pada pembuatan sistem deteksi katarak otomatis jarak jauh dengan memanfaatkan teknologi cloud. Set data yang digunakan berupa citra fundus retina. Dibutuhkan sebuah fundus camera untuk memperoleh citra fundus sehingga relatif lebih mahal dan sulit untuk diperoleh.

Penelitian yang ketiga [5] bertujuan untuk mengklasifikasikan mata normal, katarak, dan pascakatarak. Terdapat empat fitur yang dideteksi antara lain *Small Ring Area* (SRA), *Big Ring Area* (BRA), dan *Edge Pixel Count* (EPC) yang menggunakan 2 metode ambang (*threshold*) untuk mendeteksi tepian yang kuat dan lemah dan kemudian menghitung jumlah pixel putih pada keluaran dari deteksi tepian, dan object perimeter. Penentuan SRA dan BRA serta metode ekstraksi yang menggunakan *threshold* performanya dapat dipengaruhi oleh translasi (pergeseran) dan ukuran gambar.

Walaupun ketiga metode yang dijelaskan diatas telah berhasil mendeteksi mata katarak dengan baik, metode-metode tersebut membutuhkan citra digital yang telah dikondisikan dalam kondisi tertentu yang apabila kondisi tersebut tidak tercapai maka dapat menurunkan performa dari mereka. Penelitian ini mengembangkan metode pendeteksian katarak dengan menggunakan citra digital yang (1) diambil dalam kondisi bebas (tidak mengarahkan mata menghadap lurus ke arah kamera), dan (2) berdasarkan *visible light* dan dapat diambil dengan kamera umum

(contoh: *webcam*). Penelitian ini berfokus pada pembuatan model klasifikasi mata katarak dan mata normal dengan pengolahan citra digital dalam format JPG/JPEG yang lebih umum, relatif lebih murah dan mudah diperoleh menggunakan metode yang lebih tahan terhadap translasi dan perubahan ukuran, serta mampu bekerja dengan baik menggunakan citra digital dalam kondisi bebas.

II. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan citra digital mata katarak dan mata normal dilakukan melalui Google Image (images.google.com) yang merujuk pada beberapa situs: Science Photo Library (www.sciencephoto.com), Flickr (www.flickr.com), dan Eye Rounds (eyerounds.org). Setiap citra digital memuat gambar mata dan daerah sekitar mata (contoh: alis, bulu mata). Untuk kategori mata katarak, citra digital yang dikumpulkan adalah citra digital mata katarak dengan kekeruhan lensa yang terlihat jelas dan tidak terbatas pada jenis katarak tertentu.

Data citra digital tersebut dapat diperoleh dengan mengirimkan email kepada penulis. Data tersebut dapat digunakan oleh umum untuk kebutuhan penelitian.

B. Data Preprocessing

Citra bagian sklera atau tepian luar bola mata yang berwarna putih dibuang karena memiliki warna yang sama antar kedua kategori katarak dan normal sehingga pada metode ini hanya digunakan fitur warna dari bagian iris dan pupil saja. Citra digital yang digunakan sebagai *input* dalam metode ini dibagi menjadi 2 jenis yaitu citra digital dalam kondisi bebas dan citra digital dalam kondisi ideal.

Pada citra digital dalam kondisi bebas, setiap gambar mata dipotong dengan skala 1:1 dan diubah ukurannya menjadi 200×200 pixel. Dilakukan pemotongan dari titik tengah citra digital dengan ukuran 50 pixel ke arah atas, bawah, kiri, dan kanan dengan tujuan untuk mengambil bagian iris dan pupil (Gambar 1.a). Sedangkan pada citra digital dalam kondisi ideal, setiap gambar dipotong tepat pada bagian iris mata (Gambar 1.b).

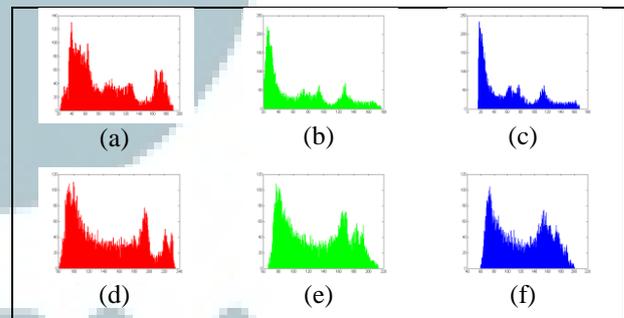


Gambar 1: Proses pemotongan dan perubahan ukuran citra digital (a) bebas dan (b) ideal.

C. Pembangunan Model Histogram

Model dibuat dengan menjumlahkan nilai seluruh pixel dari seluruh citra digital pada set data model per saluran warna yaitu merah, hijau, dan biru untuk masing-masing kategori normal dan katarak. Setiap saluran warna memiliki ukuran 3 dimensi yaitu panjang (kanan-kiri), tinggi (atas-bawah), dan kedalaman (terang-gelap). Kemudian setiap nilai pixel hasil penjumlahan dibagi dengan jumlah citra digital pada set data model untuk mendapatnya nilai rata-rata dari seluruh citra digital (Gambar 2).

Model direpresentasikan dalam bentuk *histogram* dengan jumlah *bin* = 256 dimana setiap *bin* merupakan representasi intensitas warna dari 0 (gelap total) sampai 255 (terang total).



Gambar 2: Model *histogram* dari mata (a-c) normal dan (d-f) katarak dalam saluran warna (a, d) merah, (b, e) hijau, dan (c, f) biru.

Nilai pixel pada masing-masing saluran warna dirubah menjadi satu dimensi dengan cara menggabungkan nilai pixel pada setiap saluran warna. Setelah masing-masing saluran warna memiliki nilai pixel dengan ukuran 1 dimensi. Masing-masing saluran warna pada kedua model (model mata katarak dan model mata normal) membentuk model histogram yang akan digunakan untuk membandingkan citra digital yang akan di klasifikasi. Perhitungan *histogram* dilakukan dengan menggunakan MATLAB versi 2012b.

D. Klasifikasi

Citra digital yang akan di klasifikasi melalui proses yang sama seperti pada proses pembangunan model (Bab 2.C). Klasifikasi dilakukan dengan cara membandingkan perbedaan (jarak *Euclidean*) antara *histogram* citra digital baru dengan *histogram* kedua

model. Citra digital baru akan di klasifikasikan sebagai mata katarak / mata normal berdasarkan nilai terkecil dari jarak *Euclidean* antara citra digital tersebut dengan kedua model.

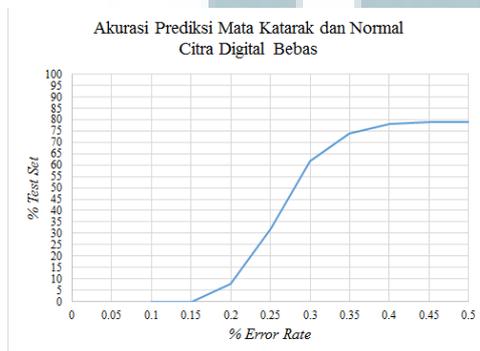
E. Pengukuran Tingkat Akurasi

Hasil klasifikasi dihitung tingkat akurasinya dengan *k-fold cross validation* dengan nilai $k = 10$. Akurasi diukur berdasarkan *error rate*, sebagai persentase selisih antara jarak *Euclidean* setiap citra digital yang diuji dan model.

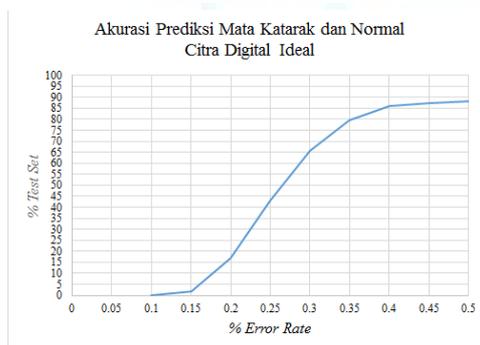
III. EVALUASI MODEL

A. Evaluasi Validitas Data

Proses pengumpulan data citra digital melalui Google Images (images.google.com) yang merujuk pada beberapa situs seperti Science Photo Library (www.sciencephoto.com), Eye Rounds (www.eyerounds.org), dan Flickr (www.flickr.com) menghasilkan 86 buah citra digital yang diperoleh untuk masing-masing kategori mata katarak dan mata normal dengan total 172 citra. Data citra digital telah divalidasi melalui pemeriksaan oleh dokter spesialis mata RS Hermina Tangerang, dr. Suminto, Sp.M.



(a)



(b)

Gambar 3: Grafik e dari klasifikasi menggunakan citra digital dalam kondisi (a) bebas, dan (b) ideal. Perhatikan bahwa akurasi model telah relatif stabil ketika $e \geq 0.4$ dalam kedua kondisi.

B. Klasifikasi

Histogram setiap citra digital yang akan diuji diperoleh dengan menjumlahkan nilai seluruh pixel dan dijadikan satu dimensi per saluran warna (Bab 2.C). Hasil evaluasi menggunakan *10-fold validation*

memperlihatkan akurasi sebesar 79,03% pada citra digital bebas (*true positive* (TP) = 94,17%, *true negative* (TN) = 63,89%), dan 88,47% pada citra digital ideal (TP = 94,31%, TN = 81,53%) menggunakan *error rate* (e) = 0,4% (Gambar 3, dimana akurasi model telah relatif stabil pada $e \geq 0.4$).

IV. DISKUSI

Hasil pengujian model menunjukkan bahwa metode ini memperoleh akurasi sebesar 79,03% dan 88,47%, dimana akurasi dalam kondisi ideal lebih baik dari kondisi bebas. Hal ini seperti yang diharapkan, dimana posisi iris mata pada kondisi ideal terlihat secara utuh dan berada dalam posisi yang relatif sama (tengah) sedangkan sebaliknya terjadi pada kondisi bebas yakni posisi iris bisa berada dimana saja di dalam citra digital dan tidak dapat dipastikan untuk terlihat secara utuh. Posisi iris mata yang berubah pada kondisi bebas dapat mengakibatkan perbedaan hasil *histogram* karena *histogram* hanya memanfaatkan fitur warna sehingga penggunaan metode ini membuat model kehilangan informasi spasial. Kesalahan dalam klasifikasi yang terjadi dikarenakan ketidakmampuan *histogram* dalam mengenali warna pada lokasi atau posisi tertentu pada citra digital.

Bila digunakan dalam implementasi sehari-hari, performa metode ini diukur berdasarkan hasil evaluasi pada citra digital bebas. Hasil yang didapat pada citra digital bebas mempunyai akurasi yang lebih baik pada pendeteksian mata katarak (TP), yang berarti metode ini akan lebih banyak melakukan kesalahan dalam mendeteksi mata normal (*i.e.* mata normal akan berpotensi untuk terdeteksi salah sebagai mata katarak).

Kompleksitas dari metode ini terdapat pada proses perbandingan histogram dengan $O(n)$, dimana n adalah jumlah *bin* dalam histogram. Dalam ujicoba, metode ini hanya membutuhkan 82 milidetik (~ 12 fps) untuk melakukan klasifikasi sebuah citra digital sehingga dapat pada sistem dengan spesifikasi rendah atau digunakan mendekati *real-time*.

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu metode ini berhasil diimplementasikan pada citra digital umum (RGB) tanpa mengharuskan posisi mata menghasap lurus ke kamera (*cf.* [3]). Metode ini mempunyai kompleksitas yang lebih rendah dibandingkan metode [4]. Metode ini hanya menggunakan fitur warna sehingga tidak dipengaruhi oleh perubahan translasi (pergeseran) dan ukuran gambar (*cf.* [5]).

V. SIMPULAN DAN SARAN

Metode *histogram* berhasil diimplementasikan untuk melakukan klasifikasi mata katarak dengan normal dengan tingkat akurasi cukup baik pada kondisi ideal. Metode ini juga terbukti untuk dapat digunakan pada kondisi mata bebas sehingga penggunaannya tidak dibatasi oleh gambar mata tegak

lurus terhadap kamera. Metode ini juga mempunyai kompleksitas yang rendah sehingga dapat digunakan pada sistem dengan spesifikasi rendah atau mendekati secara *real-time*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dr. Suminto, Sp.M. dari RS Hermina Tangerang untuk ketersediaannya melakukan evaluasi data pada penelitian ini. Hasil penelitian ini merupakan bagian dari penelitian skripsi yang dilakukan oleh Valencia Wirawan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prevent Blindness. The Economic Burden of Vision Loss and Eye Disorders in the United States. Dalam , diakses pada 8 Januari 2017.
- [2] "BCA in Support of Cataract-free Indonesia 2020". The Jakarta Post 27 Agustus 2016.
- [3] Patwari, Anayet U., Muammer D. Arif, N.A. Chowdhury, A. Arefin, & I. Imam. (2011). Detection, Categorization, and Assessment of Eye Cataracts Using Digital Image Processing. The First International Conference on Interdisciplinary Research and Development, Thailand.
- [4] Kolhe, S., & Shanthi K. Guru. (2016). Remote Automated Cataract Detection System Based on Fundus Images. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 5, pp. 10334-10341.
- [5] Nayak, Jagadish. (2013). Automated Classification of Normal, Cataract and Post Cataract Optical Eye Image using SVM Classifier. Annalen der Physik, 322(10):891921.
- [6] Aquino, A., Gegúndez-Arias, M. E., & Marín, D. (2010). Detecting the optic disc boundary in digital fundus images using morphological, edge detection, and feature extraction techniques. IEEE transactions on medical imaging, 29(11), 1860-1869.
- [7] Osareh, A., Mirmehdi, M., Thomas, B., & Markham, R. (2006). Classification and localisation of diabetic-related eye disease. Computer Vision—ECCV 2002, 325-329.
- [8] Philips, R., Forrester, J., Sharp, P.: Automated Detection and Quantification of Retinal Exudates. Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology 231 (1993) 90-94.
- [9] Gardner, G.G., Keating, D., Williamson, T.H., Elliott, A.T.: Automatic Detection of Diabetic Retinopathy Using an Artificial Neural Network: A Screening Tool. British Journal of Ophthalmology 80 (1996) 940-944.
- [10] Li, H., Chutatape, O.: Automatic Location of Optic Disk in Retinal Images. IEEE International Conference on Image Processing (2001) 837-840.
- [11] M. Foracchia, E. Grisan, and A. Ruggeri, "Detection of optic disc in retinal images by means of a geometrical model of vessel structure," IEEE Trans. Med. Imag., vol. 23, no. 10, pp. 1189–1195, Oct. 2004.



UMN