

# Analisis Pengaruh Kompresi Citra Fundus terhadap Kinerja Sistem *Automated Microaneurysm Detections*

Anugerah Galang Persada<sup>1</sup>, Ahmad Nasikun<sup>1</sup>, Igi Ardiyanto<sup>1</sup>, Hanung Adi Nugroho<sup>1</sup>

**Abstract**—Diabetes is one of the most serious diseases that commonly suffered by people around the world, including Indonesia. Early symptoms of diabetes could be observed from various indicators, one of which is through the retina. Retina conditions is affected by diabetics and when remain unproperly threated could lead to blindness. This retinal disorders due to diabetes is normally called Diabetic Retinopathy (DR). One method that able to distinguish and detect DR is microaneurysm detection. This method requires good quality of retinal images. However, in certain areas such as rural areas, this requirement may difficult to meet due to lack of adequate infrastructure. One solution that may overcome this problem is to compress the images. In this paper, image compression algorithms were applied to the retinal image, and then used to detect microaneurysms through Deep Learning-based systems. The result shows that the most stable and appropriate algorithm is PNG, which is able to correctly classify around 83% in accuracy with 5,5% variance.

**Intisari**— Penyakit diabetes merupakan salah satu penyakit kronis yang banyak diderita oleh penduduk dunia, termasuk Indonesia. Gejala awal penyakit diabetes dapat diobservasi dari berbagai indikator, salah satunya adalah melalui retina. Kondisi retina mata pada penderita diabetes dapat terganggu, dan pada kondisi paling buruk dapat menyebabkan kebutaan. Kondisi gangguan retina karena diabetes disebut dengan *Diabetic Retinopathy* (DR). Salah satu metode yang dapat membedakan dan mendeteksi DR adalah *microaneurysm detection*. Metode ini bekerja baik apabila diberikan data citra dengan kualitas yang baik pula. Namun, pada area tertentu seperti area pedesaan, penukaran informasi dengan kualitas baik sulit dipenuhi karena keterbatasan infrastruktur. Salah satu solusi yang dapat diberikan adalah melakukan pemampatan atau kompresi (*compression*) pada citra retina. Beberapa algoritme kompresi citra diaplikasikan pada citra fundus, kemudian dilanjutkan dengan uji klasifikasi deteksi dengan sistem berbasis *Deep Learning*. Hasilnya adalah kompresi menggunakan PNG menunjukkan hasil yang paling optimal dengan rerata akurasi 83% dan varian 5,5%.

**Kata Kunci**—Kompresi citra, *diabetic retinopathy*, *microaneurysms detections*, *deep learning*.

## I. PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) merupakan negara yang cukup luas, terbentang dari ujung timur sampai barat. Luas bentangan tersebut memiliki tantangan tersendiri, salah satunya adalah tantangan dalam pelayanan medis secara merata. Selain tantangan geografis dan ekonomis, tantangan lain adalah tingkat kualitas dan pemerataan sumber daya manusia (SDM) yang cakup dan andal. Pemerataan SDM serta

infrastruktur penunjang layanan kesehatan merupakan sumber daya yang cukup mahal di Indonesia pada saat ini. Keadaan ini diperburuk dengan terbatasnya informasi dan perbedaan tingkat pendidikan di daerah-daerah pelosok Indonesia, sehingga tingkat kesadaran penduduk terhadap masalah kesehatan juga sangat beragam. Salah satu usaha untuk dapat membantu melakukan pemerataan tersebut adalah melakukan pendekatan pemeriksaan dini dengan *computer aided diagnosis* (CAD). CAD ini digunakan untuk membantu memberikan opsi tambahan, serta memberikan informasi awal terhadap masyarakat awam, terkait dengan kemungkinan indikasi timbulnya suatu penyakit di dalam tubuh.

Penyakit di dalam tubuh dapat berkembang dan menyebabkan gangguan yang lebih serius. Terdapat berbagai macam penyakit serius yang tersebar di berbagai belahan dunia. Beberapa dari penyakit tersebut merupakan penyakit yang umum dan memiliki tingkat prevalensi yang cukup tinggi, baik di Indonesia maupun di belahan dunia, salah satunya adalah diabetes. Diabetes, menurut data dari *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2014, diderita oleh sekitar 387 juta orang yang tersebar di seluruh dunia [1]. Jumlah ini terus meningkat dan diprediksi dapat mencapai lebih dari 440 juta penderita pada tahun 2030 [2]. Diabetes merupakan suatu penyakit gangguan metabolisme tubuh. Gangguan ini muncul karena produksi insulin tidak tepat atau normal, sehingga menyebabkan terjadinya gangguan kandungan glukoma berlebih di dalam aliran darah, atau disebut dengan *hyperglycaemia* [3], [4].

Secara umum, penyakit diabetes dapat dibagi menjadi dua kategori besar. Kategori pertama adalah diabetes tipe-1 dan kategori kedua adalah diabetes tipe-2. Diabetes tipe-1, atau yang juga dikenal dengan nama *insulin dependent diabetes mellitus* (IDDM), merupakan gangguan yang menyebabkan organ pankreas hanya mampu memproduksi insulin dalam jumlah yang sangat terbatas, atau pada kasus yang lain, sama sekali tidak mampu bekerja menghasilkan insulin. Pasien yang mengidap penyakit diabetes pada kategori pertama sangat bergantung pada injeksi insulin setiap hari, agar tubuh pasien mampu mengontrol level glukosa di dalam darah. Jika tidak mendapatkan injeksi insulin, maka pasien tidak dapat bertahan hidup.

Penyakit diabetes berikutnya, yaitu tipe-2, merupakan penyakit yang dikenal dengan nama *non-insulin dependent diabetes mellitus* (NIDDM). Berbeda dengan kategori pertama yang bergantung dengan insulin, pada kategori ini, penyakit diabetes timbul karena efek dari gaya hidup yang tidak sehat seperti obesitas atau kegemukan. Kategori penyakit diabetes yang kedua ini diderita hampir 90% dari total kasus diabetes di seluruh dunia, berdasarkan data dari IDF. Kategori lain, yang merupakan kategori khusus untuk penyakit diabetes selain dua kategori besar di atas adalah *gestational diabetes mellitus* (GDM). Penyakit diabetes pada kategori ini menyebabkan tingginya kadar glukosa di dalam darah selama kehamilan [4].

<sup>1</sup>Dosen, Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta (Telp/Fax. +62 0274 552305/547506; e-mail: galang@ugm.ac.id)

Berbagai macam kategori penyakit diabetes yang telah disebutkan tersebut memiliki gejala-gejala yang dirasakan oleh penderita diabetes. Beberapa gejala tersebut antara lain adalah tingkat haus yang cukup tinggi, berat badan turun secara berkala, dan penglihatan menjadi kabur. Penyakit diabetes juga memberikan dampak terdapat organ-organ lain di dalam tubuh, seperti ginjal (*diabetic nephropathy*), jantung (*diabetic cardiomyopathy*), dan syaraf (*diabetic neuropathy*) [5]. Jika penyakit diabetes ini tidak ditindaklanjuti secara cepat, dalam jangka panjang akan menyebabkan gangguan jaringan darah di dalam retina yang disebabkan karena adanya kadar glukosa berlebih di dalam darah. Kondisi gangguan di sekitar retina ini dikenal dengan nama *diabetic retinopathy* (DR) [3]. Indikasi gangguan DR secara umum dirasakan oleh hampir seluruh penderita diabetes tipe-1, dan sekitar setengah dari penderita diabetes tipe-2 dalam jangka waktu rata-rata 20 tahun sejak pertama kali terjangkit penyakit diabetes tersebut. Pada tingkatan yang paling parah, gangguan *diabetic retinopathy* dapat menyebabkan kerusakan permanen pada mata dan kerusakan permanen ini menjadi penyebab utama kebutaan pada rentang usia 20--75 tahun [6], [7].

*Diabetic retinopathy* memiliki beberapa indikasi patologi, seperti *macular edema* (ME), *haemorrhages* (HEM), *neovascularization* (NV), *hard exudates* (HEX), *cotton wool spots* (CWS), dan *microaneurysms* (MA). Dari beberapa indikasi yang disebutkan, patologi utama dan yang paling primitif untuk mendeteksi adanya gangguan DR ini adalah *exudates* [8], [9]. *Exudates* adalah kejadian ketika penderita diabetes memiliki gangguan kerusakan pembuluh darah pada area retina. Selain *exudates*, terdapat peran patologi lain, yaitu MA dan HEM, yang penting untuk menentukan kemunculan gangguan DR [10]. Salah satu tahap yang paling penting untuk mengenali kemunculan DR adalah melakukan deteksi MA. MA adalah salah satu tanda paling awal muncul yang dapat diamati untuk mengindikasikan kemunculan DR pada pasien. Pengamatan dan klarifikasi mengenai indikasi DR dilakukan oleh *ophthalmologists*, dokter spesialis di bidang kesehatan dan bedah penyakit mata. Hambatan yang ditemui di lapangan adalah keterbatasan jumlah dokter spesialis, terutama pada area pedesaan. Tantangan ini juga bertambah karena jumlah pasien yang cukup banyak, sehingga dokter-dokter yang tersedia harus menangani pasien yang jumlahnya semakin banyak. Kondisi ini dapat sedikit diatasi dengan membantu dokter spesialis dengan sistem deteksi MA otomatis, sehingga kemunculan awal DR dapat lebih mudah diketahui [11].

Sistem otomatis untuk membantu mendeteksi MA cenderung lebih mudah diimplementasikan pada daerah dengan sarana dan prasarana yang lengkap dan memadai. Namun, kondisi di daerah pedesaan secara umum belum begitu lengkap, baik dari segi sarana dan prasarana maupun sumber daya manusia yang tersedia. Kondisi sarana dan prasarana yang belum lengkap berpengaruh kepada kualitas yang tersedia, termasuk salah satunya adalah kualitas jaringan komunikasi dan internet. Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri untuk mengimplementasikan sistem deteksi MA otomatis, karena untuk dapat melakukan proses deteksi

dengan baik, diperlukan data, dalam hal ini adalah data citra retina (*fundus*), dengan baik. Di lain pihak, penggunaan data citra yang baik dan detail memiliki kekurangan, yaitu ukuran citra tersebut cenderung besar. Oleh karena besarnya ukuran citra ini, perlu ada suatu solusi metode yang dapat mengurangi ukuran citra retina dari para pasien, tanpa mengurangi kandungan informasi yang disimpan di dalamnya secara drastis. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan kompresi citra sebelum citra tersebut dikirim, dengan mempertimbangkan informasi penting yang tersimpan di dalamnya.

Penelitian-penelitian mengenai kompresi telah banyak dilakukan. Secara umum, kompresi citra merupakan proses kompresi yang tidak jauh berbeda dengan kompresi pada umumnya. Kompresi citra, terutama citra medis, telah dilakukan untuk kasus-kasus seperti citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), *digital tomography*, dan citra *X-Ray* [12]–[14]. Namun, belum ditemukan penelitian mengenai kompresi citra medis yang berhubungan dengan kompresi citra retina untuk deteksi MA dalam rangka deteksi awal gangguan DR. Berdasarkan paparan yang telah disebutkan, makalah ini mencoba untuk mencari algoritme kompresi citra yang paling sesuai dengan kasus deteksi MA pada pasien yang terindikasi menderita DR.

Makalah ini disusun dalam lima bagian. Bagian pertama merupakan pendahuluan, yang berisi mengenai latar belakang permasalahan dan kajian-kajian terkait yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Bagian kedua berisi dasar teori, yang memaparkan beberapa teori yang berkaitan dengan makalah ini. Berikutnya, bagian ketiga merupakan bagian yang menunjukkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini, dan diakhiri dengan bab kelima yang berisi tentang kesimpulan.

## II. PERBANDINGAN TEKNIK KOMPRESI CITRA

### A. Teknik Kompresi Citra

Kompresi data, terutama kompresi data dua dimensi yang dapat direpresntasikan sebagai citra, telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian telah melakukan survei berkaitan dengan metode serta efek dari kompresi data dengan informasi yang tersimpan di dalam data-data tersebut. Secara umum, citra medis yang disimpan adalah citra hasil keluaran dari MRI, *X-ray*, ataupun *digital tomography*. Dalam penyimpanan data-data citra tersebut secara digital, sering dilakukan kompresi tepat pada saat data diperoleh dari sistem akuisisi seperti MRI, dengan berbagai format. Salah satu format data citra digital yang digunakan untuk menyimpan adalah format citra JPEG [15].

Algoritme untuk kompresi citra secara umum dibagi menjadi dua jenis, yaitu *lossy* dan *lossless*. Jenis yang pertama merupakan algoritme kompresi citra yang cukup banyak mengurangi ukuran. Akan tetapi, pada jenis ini, citra hasil kompresi, jika di-*decompress*, akan mengalami penyusutan informasi. Dengan kata lain, citra awal dan citra yang telah dikompresi akan memiliki kualitas citra yang berbeda. Jenis kompresi citra yang kedua adalah kompresi *lossless*. Berbeda

dengan kompresi yang pertama, jenis ini lebih menitikberatkan pada kualitas citra yang dikompres. Citra yang dikompres menggunakan jenis algoritme *lossless* akan memiliki kualitas citra yang sama dengan citra aslinya. Namun, tingkat kompresi dari jenis yang kedua ini tidak cukup baik bila dibandingkan dengan tingkat kompresi dengan algoritme jenis *lossy* [16]. Beberapa contoh jenis algoritme dengan jenis *lossless* adalah *lossless predictive coding*, LOCO-I, PBWT, dan *Variable Block Size Segmentations*. Sedangkan algoritme kompresi dengan jenis *lossy* contohnya adalah *fractal coding*, *lossy predictive coding*, *vector quantization*, *block truncation coding*, *Discrete Cosine Transforms* (DCT), dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT).

### B. Win-Loss Scoring

Suatu algoritme atau metode dapat dibandingkan antara satu dengan yang lain. Pada suatu keadaan, perbandingan antar metode tersebut cukup dilakukan secara sederhana, yaitu mempertimbangkan satu parameter saja. Akan tetapi, pada kasus atau keadaan penelitian yang lain, diperlukan lebih dari satu parameter untuk dapat membandingkan suatu metode dengan metode lainnya, serta membuat peringkat di antara metode-metode tersebut.

Salah satu cara untuk membuat peringkat dengan parameter lebih dari satu adalah menggunakan prinsip resultan gaya. Misalnya terdapat dua buah parameter yang dimodelkan dengan gaya  $F_1$  dan  $F_2$ , maka *overall score* dari kedua buah parameter tersebut adalah dengan menggunakan resultan gaya  $F_T$ . Secara matematis, ilustrasi di atas dapat dituliskan dengan (1) berikut.

$$F_T = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad (1)$$

Setelah mendapatkan *overall score* untuk masing-masing metode atau algoritme, maka penyusunan peringkat dapat dilakukan dengan berbagai macam teknik, salah satunya adalah dengan menggunakan teknik *win-loss* [17]. Teknik tersebut secara umum bekerja dengan cara menjumlahkan selisih antara frekuensi menang dan kalah dari suatu metode. Sebagai contoh perhitungan, terdapat tiga buah metode, A1, A2, dan A3, dan diberikan beberapa perlakuan. Hasil yang diperoleh disajikan pada Tabel I.

TABEL I  
CONTOH DATA DENGAN TIGA BUAH METODE DAN TIGA PERLAKUAN BERBEDA

Metode	Akurasi Perlakuan 1 (%)	Akurasi Perlakuan 2 (%)	Akurasi Perlakuan 3 (%)
A1	90,42	90,49	90,68
A2	91,26	90,43	91,59
A3	90,05	90,31	91,02

Untuk menghitung jumlah kemenangan atau kekalahan suatu metode, dilakukan perbandingan antar metode, dengan memperhatikan hasil perlakuannya [18]. Sebagai contoh, metode A1 perlakuan 1 hanya boleh dibandingkan dengan metode A2 dan A3 dengan perlakuan yang semisal, yaitu perlakuan 1 saja. Hasil akhir jumlah kemenangan adalah kumulatif dari perbandingan berdasarkan perlakuan yang

sama. Pada Tabel II diberikan ilustrasi cara perhitungan untuk memperoleh nilai untuk metode A1 dibandingkan dengan metode yang lain (A2 dan A3).

TABEL II  
ILUSTRASI PERHITUNGAN NILAI WIN-LOSS UNTUK METODE A1

Metode	Akurasi Perlakuan 1 (%)	Akurasi Perlakuan 2 (%)	Akurasi Perlakuan 3 (%)
A1	90,42	90,49	90,68
A2	91,26	90,43	91,59
A3	90,05	90,31	91,02
Win/Loss	1/1	2/0	0/2

Metode A1, yang digunakan sebagai acuan, ditandai dengan latar belakang berwarna abu-abu. Hasil yang dicetak tebal pada hasil akurasi di baris A2 dan A3 merupakan penanda bahwa jika dibandingkan dengan hasil dari A1, maka hasil dari A1 mempunyai nilai yang lebih baik, sedangkan hasil tercetak miring menandakan metode A1 lebih buruk. Berdasarkan Tabel II, maka hasil kumulatif jumlah menangkalah dari metode A1 adalah 3/3, 3 kemenangan dan 3 kekalahan. Nilai akhir dari metode A1 adalah selisih dari total kemenangan dan kekalahan, yaitu  $3-3 = 0$ . Pada Tabel III diberikan contoh hasil perhitungan lengkap untuk memperoleh nilai akhir untuk masing-masing metode, sesuai dengan data yang disajikan pada Tabel I.

TABEL III  
HASIL LENGKAP CONTOH PERHITUNGAN UNTUK MASING-MASING METODE

Metode	Akurasi Perlakuan 1 (%)	Akurasi Perlakuan 2 (%)	Akurasi Perlakuan 3 (%)
A1	90,42	90,49	90,68
A2	91,26	90,43	91,59
A3	90,05	90,31	91,02

### C. SSIM Index

*Structural SIMilarity* (SSIM) Index merupakan suatu algoritme yang dikembangkan untuk melakukan prediksi terhadap kualitas suatu citra digital uji dengan pembandingnya [18]. Metode ini dikembangkan di Laboratory for Image and Video Engineering (LIVE) di University of Texas at Austin, Amerika Serikat. Pada perkembangannya, algoritme ini juga turut dikembangkan secara bersama-sama dengan Laboratory for Computational Vision (LCV) di New York University. Algoritme SSIM indeks ini merupakan pengembangan dari algoritme *universal image quality index*, yang sebelumnya telah dikembangkan. Secara umum, algoritme SSIM dapat dijelaskan sebagai berikut. Indeks SSIM melakukan kalkulasi dengan menggunakan *windows* citra yang bervariasi. Perhitungan SSIM ditentukan dengan menggunakan (2) [18].

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (2)$$

dengan,

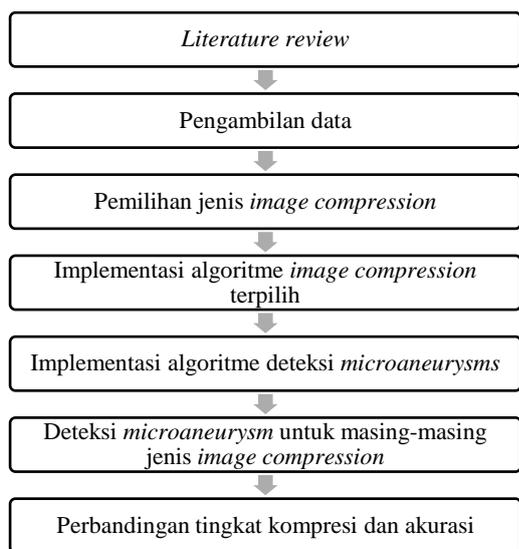
$\mu_x$ : rerata dari nilai  $x$

$\mu_y$ : rerata dari nilai  $y$

- $\sigma_x$ : varians dari nilai  $x$
- $\sigma_y$ : varians dari nilai  $y$
- $\sigma_{xy}$ : *covariance* dari nilai  $x$  dan  $y$
- $c_1$ :  $(k_1L)^2$ ,  $k_1$  secara *default* bernilai 0,01
- $c_2$ :  $(k_2L)^2$ ,  $k_2$  secara *default* bernilai 0,03
- $L$ : *range* dari piksel, umumnya bernilai  $2^{\#bits\ per\ piksel} - 1$

III. METODOLOGI

Penelitian dilakukan dalam tujuh tahap, dengan ilustrasi seperti Gbr. 1.



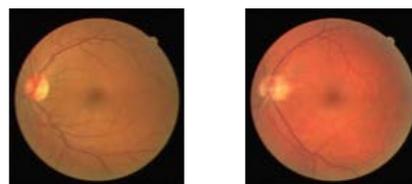
Gbr. 1 Alur tahapan penelitian.

Langkah pertama adalah melakukan *literature review* untuk mencari jenis-jenis algoritme kompresi data yang unggul untuk berbagai jenis kompresi citra (*lossy* dan *lossless compression*). Setelah dipilih beberapa macam algoritme kompresi data yang unggul, baik unggul dalam kemampuan menyimpan informasi maupun persentase kompresi, dilanjutkan dengan implementasi algoritme tersebut untuk keperluan uji simulasi.

Selama proses *literature review*, dilakukan juga pengumpulan data citra fundus yang akan menjadi objek penelitian. Data fundus yang digunakan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder citra fundus menggunakan *data set DRIVE* [19], sedangkan data primer yang digunakan adalah *data set FINDERs* [20].

*Data set DRIVE* merupakan *data set* yang diambil di wilayah Belanda, dengan pasien berumur 25-90 tahun [19]. Dari total 400 data yang diperoleh, secara acak 40 citra dipilih, dengan 33 di antaranya tidak menunjukkan tanda-tanda menderita DR, sedangkan tujuh lainnya menunjukkan tanda terkena gejala pada *severity mild early diabetic retinopathy*. Citra-citra tersebut diakuisisi dengan menggunakan alat bantu kamera Canon CR5 *non-mydratic* 3CCD dengan 45 derajat FOV (*Field of View*). Ukuran untuk masing-masing citra

adalah sama, yaitu 768x584 piksel. Beberapa contoh citra dari *data set DRIVE* ini disajikan pada Gbr. 2.

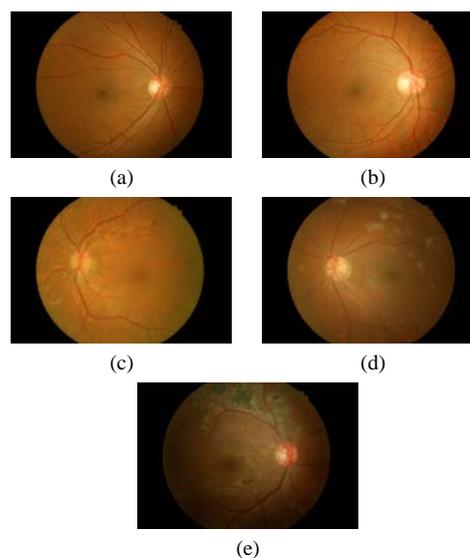


Gbr. 2 Contoh citra fundus yang terdapat di dalam *data set DRIVE* [19].

*Data set primer* berikutnya yang digunakan untuk pengujian adalah *data set FINDERs* [20]. *Data set FINDERs* ini merupakan *data set* yang berisi 315 citra fundus, dengan mewakili lima *grade of severity*. Jumlah masing-masing citra yang mewakili kelima jenis *severity* tersebut disajikan pada Tabel IV.

TABEL IV  
JUMLAH CITRA FUNDUS *DATA SET FINDERs* BERDASARKAN *GRADE OF SEVERITY* [20]

No	Grade of Severity	Jumlah citra
1	No DR	175
2	Mild NPDR	52
3	Moderate NPDR	32
4	Severe NPDR	18
5	PDR	38



Gbr. 3 Citra fundus dengan berbagai *grade of severity* dari *data set FINDERs* [20], (a) *No DR*, (b) *Mild NPDR*, (c) *Moderate NPDR*, (d) *Severe NPDR*, dan (e) *PDR*.

Variasi dari *severity* yang dimiliki oleh *data set FINDERs* ini sangat membantu untuk mengetahui secara lebih detail efek dari kompresi citra terhadap kinerja deteksi, karena masing-masing *severity* mempunyai ciri khusus dan penampakan yang berbeda-beda. Beberapa contoh dari citra fundus untuk berbagai *severity* yang diperoleh dari *FINDERs data set* disajikan pada Gbr. 3.

Proses selanjutnya adalah implementasi algoritme deteksi MA. Jenis-jenis algoritme yang diteliti dan diuji mengacu

pada hasil pemilihan algoritme dengan menggunakan data sekunder. Pada tahap implementasi deteksi MA ini, digunakan data primer yang diperoleh dari *data set* FINDeRS untuk dibandingkan hasil deteksi yang diperoleh dengan masing-masing jenis kompresi citra.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama adalah proses melakukan perbandingan kualitas kompresi dan kemiripan menggunakan indeks SSIM dengan menggunakan data sekunder dari *data set* DRIVE. Pengujian dilakukan dengan melakukan kompresi pada seluruh citra yang tersedia di dalam *data set* DRIVE tersebut. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel V.

TABEL V  
HASIL RERATA SSIM DAN *COMPRESSION RATE* UNTUK MASI-MASI ALGORITME KOMPRESI

Jenis Algoritme	SSIM	<i>Compression Rate</i>
CompressedPNG	0,935	84,052
ImageOptim_HIGH	0,997	82,765
ImageOptim_LOW	0,997	82,765
ImageOptim_MED	0,997	82,765
JPG_60	0,982	98,095
JPG_70	0,984	97,661
JPG_80	0,987	96,892
JPG_90	0,990	94,838
JPG_99	0,996	83,437
PNGQuant	0,997	81,854
TIFF	1,000	25,202
TinyPNG	0,994	85,701

TABEL VI  
HASIL KALKULASI PERBANDINGAN MASI-MASI ALGORITME KOMPRESI

Jenis Algoritme	SSIM			<i>Compression Rate</i>			Result
	#Win	#Loss	Score	#Win	#Loss	Score	
CompressedPNG	174	86	88	44	216	-172	-84
ImageOptim_HIGH	174	86	88	44	216	-172	-84
ImageOptim_LOW	174	86	88	44	216	-172	-84
ImageOptim_MED	14	246	-232	260	0	260	28
JPG_60	34	226	-192	240	20	220	28
JPG_70	54	206	-152	220	40	180	28
JPG_80	74	186	-112	200	60	140	28
JPG_90	173	87	86	90	170	-80	6
JPG_99	236	24	212	23	237	-214	-2
TIFF	260	0	260	0	260	-260	0
PNGQuant	110	150	-40	139	121	18	-22
TinyPNG	110	150	-40	139	121	18	-22

Hasil yang diperoleh belum dapat menunjukkan peringkat dari jenis-jenis algoritme kompresi yang digunakan, karena parameter yang digunakan sebagai pertimbangan tidak hanya kualitas citra yang dihasilkan, yang diukur dengan indeks SSIM, tetapi juga dengan memperhatikan tingkat kompresi yang dapat dicapai oleh algoritme tersebut. Oleh karena itu, dilakukan pemeringkatan dengan mempertimbangkan kedua parameter itu. Cara untuk melakukan pemeringkatan bagi jenis-jenis algoritme tersebut adalah dengan membandingkan

masing-masing citra pada masing-masing algoritme kompresi dengan algoritme yang lainnya. Hasil kalkulasi perbandingan masing-masing jenis algoritme disajikan pada Tabel VI.

Dari hasil yang diperoleh dan disajikan pada Tabel VI, terdapat beberapa algoritme yang memiliki nilai kumulatif positif, yang menandakan bahwa algoritme ini lebih baik dari algoritme yang dibandingkan dengannya. Untuk pengujian dengan data dari *data set* DRIVE, algoritme tinified\_PNG merupakan algoritme kompresi yang paling baik, dengan mempertimbangkan kedua parameter yang diacu, yaitu tingkat kompresi data dan juga kualitas citra yang dihasilkan. Adapun contoh yang cukup ekstrem adalah TIFF, dengan kualitas citra yang dihasilkan sangat baik, tetapi tingkat kompresinya tidak cukup baik, bahkan paling jelek di antara kompresi citra lainnya, sehingga mendapatkan nilai kumulatif nol.

Pada proses selanjutnya, diambil algoritme-algoritme yang mempunyai nilai kumulatif positif untuk digunakan pada proses pengujian dengan data primer dari *data set* FINDeRS. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, Tabel VII menyajikan hasil kalkulasi perbandingan masing-masing algoritme kompresi citra dengan menggunakan *data set* FINDeRS.

TABEL VII  
HASIL KALKULASI PERBANDINGAN MASI-MASI ALGORITME KOMPRESI DENGAN *DATA SET* FINDERS

Jenis Algoritme	SSIM			<i>Compression Rate</i>			Total
	#Win	#Loss	Score	#Win	#Loss	Score	
CPNG	630	630	0	630	630	0	0
JPEG_70	17	1.243	-1.226	1.260	0	1.260	34
PNG	630	630	0	315	945	-630	-630
TIFF	630	630	0	0	1260	-1.260	-1.260
TinyPNG	298	962	-664	945	315	630	-34

TABEL VIII  
RATA-RATA KINERJA ALGORITME KOMPRESI DATA

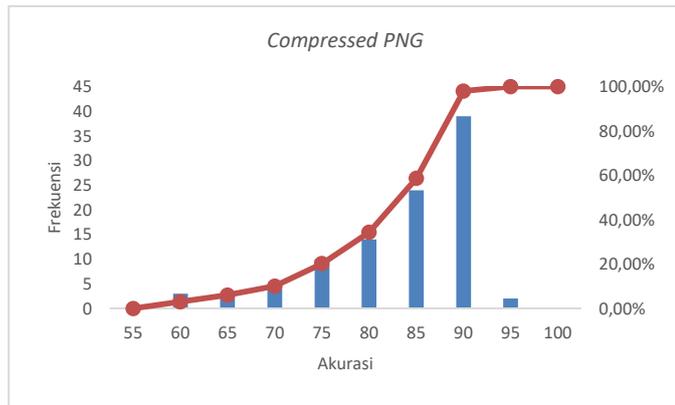
Jenis Algoritme	Rata-rata SSIM	Rata-rata kompresi (%)
CPNG	1,000	71,83
JPEG_70	0,996	98,50
PNG	1,000	53,30
TIFF	1,000	34,89
TINYPNG	0,997	87,65

Hasil dari kalkulasi perbandingan tersebut menunjukkan bahwa hasil yang paling baik atau paling menjanjikan adalah dari hasil JPEG\_70, yang memiliki nilai positif 34. Sedangkan pada urutan berikutnya adalah *Compressed PNG* (CPNG), dengan nilai kumulatif nol. Hasil-hasil ini dibandingkan dengan hasil riil pengujian dengan menggunakan *deep learning* sesuai dengan referensi, dan juga melihat pengaruh dari kompresi yang tinggi, dapat menyebabkan pengurangan kinerja atau tidak. Rata-rata tingkat kompresi untuk kelima jenis kompresi ditunjukkan pada Tabel VIII.

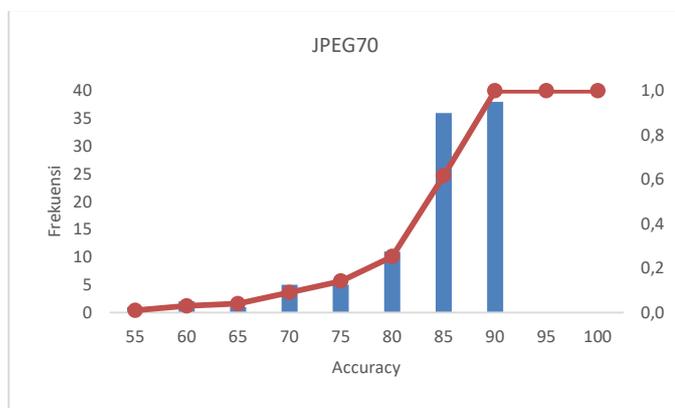
Algoritme tersebut selanjutnya diujikan menggunakan sistem berbasis *deep learning* untuk melakukan deteksi MA. Pengujian yang pertama adalah pengujian dengan menggunakan algoritme CPNG.

Gbr. 4 menunjukkan hasil akurasi deteksi MA dengan menggunakan algoritme CPNG. Berdasarkan 100 kali pengulangan pengambilan, hasil yang diperoleh adalah

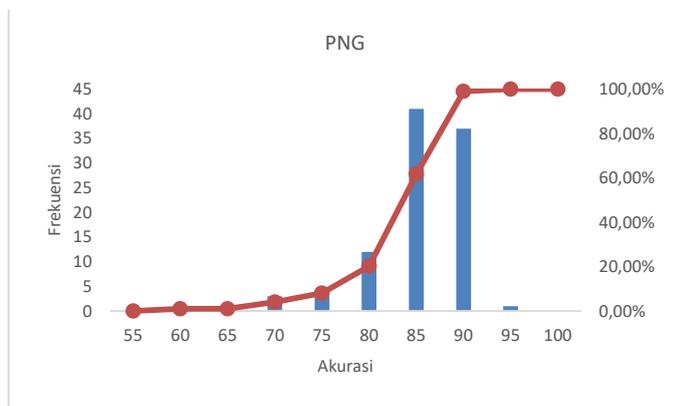
sebagian besar akurasi diperoleh pada rentang 85%--90% dengan total frekuensi di atas 65 kali. Sedangkan rentang paling buruk diperoleh pada kisaran akurasi 60%, dan akurasi paling baik diperoleh pada rentang 95%.



Gbr. 4 Grafik histogram sebaran akurasi deteksi MA dengan algoritme CPNG.



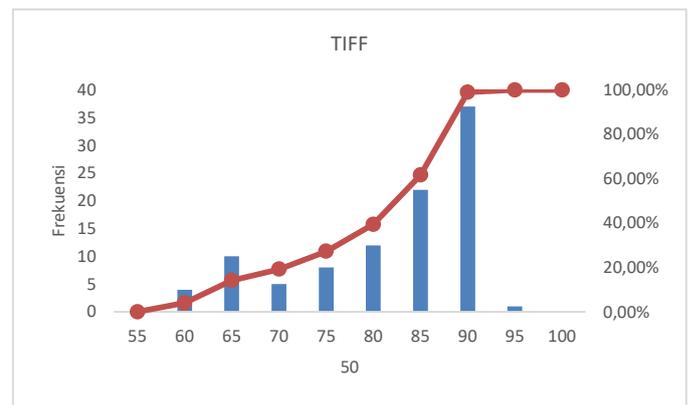
Gbr. 5 Grafik sebaran akurasi deteksi MA dengan menggunakan algoritme kompresi JPEG70.



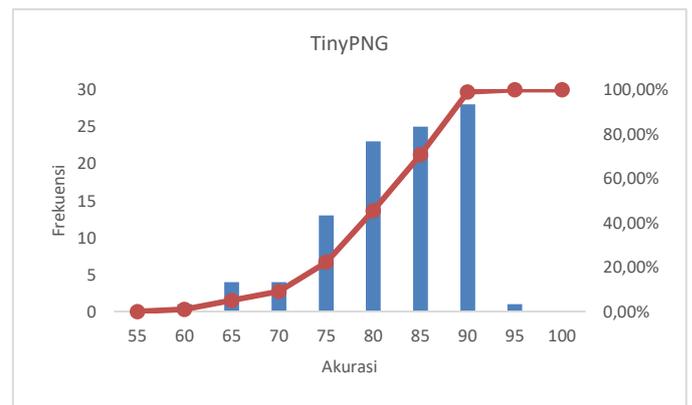
Gbr. 6 Grafik sebaran akurasi deteksi MA dengan menggunakan algoritme PNG.

Gbr. 5 menunjukkan hasil akurasi deteksi menggunakan algoritme kompresi JPEG\_70. Secara umum, akurasi yang diperoleh dari 100 kali percobaan rata-rata berada pada kisaran akurasi 85%--90%. Untuk akurasi di bawah 75%, terdapat sekitar 25 kali pengujian, sementara akurasi terbaik yang didapatkan adalah 90%.

Sementara itu, untuk pengujian dengan algoritme kompresi PNG disajikan pada Gbr. 6. Percobaan dilakukan sebanyak 100 kali dan diperoleh hasil sebagian besar pada rentang akurasi 85%--90%. Pada pengujian berikutnya, algoritme kompresi TIFF digunakan untuk melakukan deteksi MA, dengan hasil sebaran akurasi disajikan pada Gbr. 7. Algoritme ini mempunyai kinerja yang kurang baik, terlihat dari grafik yang menyebar dengan rentang capaian akurasi yang cukup menyebar. Akurasi paling baik diperoleh dengan nilai lebih dari 95%, tetapi masih cukup banyak juga hasil akurasi menggunakan TIFF ini yang berada pada rentang 60%--65%.



Gbr. 7 Grafik sebaran akurasi deteksi MA dengan menggunakan format citra TIFF.



Gbr. 8 Grafik sebaran akurasi menggunakan algoritme kompresi TinyPNG.

Grafik berikutnya yang disajikan pada Gbr. 8 merupakan hasil akurasi menggunakan algoritme kompresi TinyPNG. Secara umum, hasil akurasi menggunakan teknik kompresi TinyPNG cukup baik. Terdapat lebih dari 75% hasil pengujian yang mampu menembus akurasi di atas atau sama dengan 80%, dengan capaian terbaik mencapai akurasi di atas 95%.

V. KESIMPULAN

Secara umum, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah hasil klasifikasi terbaik diperoleh menggunakan algoritme kompresi CPNG dan TIFF, dengan akurasi 91,25%. Namun, algoritme TIFF mempunyai simpangan yang cukup besar. Kestabilan hasil akurasi paling baik diperoleh menggunakan PNG dengan rerata akurasi 83%

dan varians 5,5%, sehingga algoritme PNG disarankan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kompresi data citra retina pada kasus di makalah ini.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian (DPP) Universitas Gadjah Mada atas dukungan terhadap penelitian dan penulisan makalah ini melalui Hibah Dosen Muda Universitas Gadjah Mada tahun anggaran 2017.

#### REFERENSI

- [1] *IDF Diabetes Atlas 2015*, International Diabetes Federation, 2015.
- [2] V. M. Mane and D. V. Jadhav, "Progress Towards Automated Early Stage Detection of Diabetic Retinopathy: Image Analysis Systems and Potential," *Journal of Medical and Biological Engineering*, Vol. 34, No. 6, hal. 520–527, 2014.
- [3] R. Goldenberg FRCPC FACE, and Z. Punthakee FRCPC, "Clinical Practice Guidelines Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes, Prediabetes and Metabolic Syndrome Canadian Diabetes Association Clinical Practice Guidelines Expert Committee," *Can. J. Diabetes*, Vol. 37, hal. S8–S11, 2013.
- [4] K. G. M. M. Alberti and P. Z. Zimmet, "Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and Its Complications. Part 1: Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Provisional Report of a WHO Consultation," *Diabet. Med.*, Vol. 15, No. 7, hal. 539–553, 1998.
- [5] O. Faust, R. Acharya U., E. Y. K. Ng, K.-H. H. Ng, and J. S. Suri, "Algorithms for the Automated Detection of Diabetic Retinopathy Using Digital Fundus Images: A Review," *J. Med. Syst.*, Vol. 36, No. 1, hal. 145–157, 2012.
- [6] C. I. Sanchez *et al.*, "A Novel Automatic Image Processing Algorithm for Detection of Hard Exudates Based on Retinal Image Analysis," *Med. Eng. Phys.*, Vol. 30, No. 3, hal. 350–7, 2008.
- [7] S. Kanth, A. Jaiswal, and M. Kakkar, "Identification of Different Stages of Diabetic Retinopathy Using Artificial Neural Network," *2013 Sixth Int. Conf. Contemp. Comput.*, 2013, hal. 479–484.
- [8] G. B. Kande, P. V. Subbaiah, and T. S. Savithri, "Feature Extraction in Digital Fundus Images," *J. Med. Biol. Eng.*, Vol. 29, No. 3, hal. 122–130, 2009.
- [9] K. S. S.karthick and A. Priyadharsini, "A Survey on Hard Exudates Detection and Segmentation," *Int. J. Sci. Eng. Technol.*, Vol. 3, No. 2, hal. 154–158, 2014.
- [10] A. D. Fleming *et al.*, "The Role of Haemorrhage and Exudate Detection in Automated Grading of Diabetic Retinopathy.," *Br. J. Ophthalmol.*, Vol. 94, No. 9, hal. 706–711, 2006.
- [11] A. D. Fleming, S. Philip, K. A. Goatman, J. A. Olson, and P. F. Sharp, "Automated Microaneurysm Detection Using Local Contrast Normalization and Local Vessel Detection," *IEEE Trans. Med. Imaging*, Vol. 25, No. 9, hal. 1223–1232, 2006.
- [12] S. Bhavani, "A Survey On Coding Algorithms In Medical Image Compression," *Int. J.*, Vol. 2, No. 5, hal. 1429–1434, 2010.
- [13] M. F. Ukrit, A. Umamageswari, and G.R Suresh, "A Survey on Lossless Compression for Medical Images," *Int. J. Comput. Appl.*, Vol. 31, No. 8, hal. 47–50, 2011.
- [14] B. Alagendran and S. Manimurugan, "A Survey on Various Medical Image Compression Techniques," *Int. J. Soft Comput. Eng.*, Vol. 2, No. 1, hal. 425–428, 2012.
- [15] H. J. Jelinek, M. J. Cree, D. Worsley, A. Luckie, and P. Nixon, "An Automated Microaneurysm Detector as A Tool For Identification of Diabetic Retinopathy in Rural Optometric Practice," *Clin. Exp. Optom.*, Vol. 89, No. 5, hal. 299–305, 2006.
- [16] M. Rehman, M. Sharif, and M. Raza, "Image Compression: A Survey," *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, Vol. 7, No. 4, hal. 656–672, 2014.
- [17] M. A. Hall and G. Holmes, "Benchmarking Attribute Selection Techniques for Discrete Class Data Mining," *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, Vol. 15, No. 6, hal. 1437–1447, 2003.
- [18] Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, and E. P. Simoncelli, "Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity," *IEEE Trans. Image Process.*, Vol. 13, No. 4, hal. 600–12, Apr. 2004.
- [19] J. Staal, M. D. Abràmoff, M. Niemeijer, M. a Viergever, and B. van Ginneken, "Ridge-based Vessel Segmentation in Color Images of the Retina," *IEEE Trans. Med. Imaging*, Vol. 23, No. 4, hal. 501–9, Apr. 2004.
- [20] A. F. M. Hani, T. A. Soomro, and I. Fayee, "Non-Invasive Contrast Enhancement for Retinal Fundus Imaging," *Proc. - 2013 IEEE Int. Conf. Control Syst. Comput. Eng. ICCSCE 2013*, 2013, hal. 197–202.