

Pengenalan Nomor Seri Tabung Gas Medis Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Back Propagation

Adhi Prahara*¹, Agus Harjoko²

¹Prodi S2 Ilmu Komputer FMIPA, UGM, Yogyakarta

²Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: *¹adhi_prahara@yahoo.com, ²aharjoko@ugm.ac.id

Abstrak

Optical Character Recognition (OCR) merupakan aplikasi dalam pengenalan pola untuk mengenali karakter pada citra digital. Dalam penelitian ini, OCR digunakan untuk mengenali nomor seri pada tabung gas medis. Tabung gas medis memiliki nomor seri yang ditulis dengan cat pada badan tabung gas. Oleh karena itu, tampilan karakter nomor serinya rentan terhadap derau seperti retakan cat pada nomor seri maupun latar belakangnya. Selain itu, nomor serinya ada yang tidak ditulis dengan cetakan standar sehingga bentuk karakternya seperti karakter tulisan tangan.

Metode yang digunakan dalam sistem ini meliputi perbaikan citra, segmentasi karakter, dan pengenalan karakter nomor seri. Perbaikan citra dilakukan dengan menerapkan filter bilateral untuk menghaluskan citra dan menajamkan tepian. Segmentasi karakter menggunakan metode thresholding pada label warna latar belakang dan nomor seri yang didapat dari klustering dengan K-means. Pengenalan nomor seri menggunakan jaringan syaraf tiruan back propagation pada citra karakter nomor seri hasil segmentasi karakter.

Pengujian dilakukan dengan 20 citra sampel nomor seri tabung medis. Hasil pengujian menunjukkan keakuratan deteksi 95,05%, kesalahan deteksi 1,98% dan keakuratan pengenalan 91,09%. Akurasi pengenalan dipengaruhi oleh adanya derau seperti kondisi plat tabung gas, false positif, dan kelengkapan latar belakang.

Kata kunci—Nomor seri, OCR, K-means, Filter bilateral, JST Back Propagation

Abstract

Optical Character Recognition (OCR) is an application in pattern recognition to recognize characters on the digital image. In this study, OCR is used to recognize serial number on medical gas cylinders. Medical gas cylinders have serial numbers written with paint on the body of the gas cylinder. Therefore, the serial numbers is susceptible to noise such as paint cracks on serial numbers and background. In addition, there are serial numbers written with non-standard mold so the shapes of its character like a handwriting characters.

The method used in the system are image enhancement, character segmentation and serial number recognition. Image enhancement is done by applying bilateral filter to refine image and sharpen image edges. Character segmentation is done by thresholding serial numbers and background color labels obtained from K-means clustering. Serial number recognition is done by applying back propagation neural network on characters serial number obtained from character segmentation.

The tests conducted with 20 serial number of medical gas cylinders image samples. The test results showed 95,05% detection accuracy with 1,98% error and 91,09% recognition accuracy. Accuracy mainly influenced by noise such as plate conditions, false positives, and completeness of the background.

Keywords—Serial number, OCR, K-means, Bilateral filter, Backpropagation ANN

1. PENDAHULUAN

Optical Character Recognition (OCR) merupakan aplikasi dalam pengenalan pola untuk mengenali karakter pada citra digital. Aplikasi OCR sudah banyak ditemukan pada *smartphone* terutama yang menggunakan Android. Disamping spesifikasi perangkat keras yang memadai untuk pemrosesan citra digital, berkembangnya *open source library* untuk pengolahan citra pada Android memudahkan dalam pengembangan perangkat lunaknya. Penerapan Android OCR misalnya digunakan untuk mengenali kartu nama [1] dan citra dokumen [2]. Pengenalan karakternya menggunakan *Tesseract engine* setelah dilakukan praproses dengan *threshold adaptif* dan deteksi orientasi teks. Sekarang, penelitian OCR terutama dilakukan agar dapat mengenali karakter yang dicetak dengan kualitas rendah, tipe karakter dengan bentuk unik atau warna yang beragam, dan derau pada citra.

Pada penelitian ini, OCR dilakukan untuk mengenali karakter pada tabung gas medis. Karakter pada tabung gas medis ditulis dengan cat berwarna putih atau abu-abu pada latar belakang berwarna merah di bagian atas tabungnya. Contoh nomor seri standar ditunjukkan pada Gambar 1 dan sampel nomor seri tidak standar ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 3 menunjukkan posisi penulisan nomor seri pada tabung gas medis. Tampilan karakter nomor seri rentan terhadap derau seperti retakan cat pada nomor seri maupun latar belakangnya. Selain itu, nomor serinya ada yang tidak ditulis dengan cetakan standar sehingga bentuk karakternya seperti karakter tulisan tangan.



Gambar 1 Sampel nomor seri standar



Gambar 2 Sampel nomor seri tidak standar



Gambar 3 Posisi nomor seri

Banyak metode yang dapat digunakan untuk OCR salah satunya dengan jaringan syaraf tiruan *back propagation* (JST BP) [3,4,5]. JST BP mempunyai kelebihan selain akurasinya tinggi dalam mengenali karakter juga mudah untuk melakukan optimasi untuk training-nya agar lebih cepat dan menghasilkan eror yang diinginkan.

Penelitian ini merancang sistem berbasis Android untuk mendeteksi dan mengenali karakter nomor seri pada tabung gas medis. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dalam mendeteksi dan mengenali karakter nomor seri tabung gas medis dengan latar belakang yang berderau, nomor seri dengan warna yang beragam, dan karakter yang unik serta dapat digunakan untuk verifikasi nomor seri tabung gas medis.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan sistem menjelaskan semua hal yang dibutuhkan dalam perancangan sistem. Hasil analisis kebutuhan sistem berupa metode pengumpulan data, masukan sistem, keluaran sistem dan kebutuhan perangkat keras. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah metode observasi yaitu melakukan pengamatan secara langsung ke sumber data yang dibutuhkan. Data yang dikumpulkan sebagai bahan penelitian berupa citra nomor seri tabung gas medis. Citra diambil dalam format JPEG beresolusi 2048x1536 dengan jarak 15 cm dari kamera agar dapat memuat keseluruhan nomor seri tabung gas medis. Data didapatkan dari hasil pengambilan citra nomor seri tabung gas medis di Filling Station Gas Oksigen di Kalasan, Yogyakarta.

Masukan sistem berupa citra nomor seri tabung gas medis berformat JPEG dengan resolusi 2048x1536. Untuk *training* dengan JST BP, citra masukan yang digunakan yaitu citra *training*. Citra *training* berupa citra karakter sintetik dari sampel tipe-tipe angka cetak dan citra karakter asli dari nomor seri tabung gas. Keluaran sistem berupa nomor seri hasil pengenalan nomor seri tabung gas medis yang ditampilkan pada layar Android. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *smartphone* dengan Android platform 4.0.4 (Ice Cream Sandwich), kamera 3.15 MP, prosesor dual-core 1 GHz, RAM 1 GB dan telah menginstal OpenCV Manager versi 2.9. Laptop dengan sistem operasi Windows 7 Home Premium 64 bit, prosesor Core i5-2410M @2,3 GHz, RAM 4 GB, hardisk 750 GB.

2.2. Perancangan Sistem

Secara umum, rancangan proses pengenalan nomor seri tabung gas medis meliputi pengambilan citra, perbaikan citra, segmentasi karakter, ekstraksi fitur karakter, dan pengenalan karakter nomor seri. Rancangan proses pengenalan nomor seri ditunjukkan pada Gambar 4.

2.2.1. Pengambilan Citra

Pengambilan citra nomor seri menggunakan kamera *smartphone* Android 3,15 MP. Citra diambil dengan jarak kira-kira 15 cm sampai keseluruhan nomor seri terlihat. Saat pengambilan citra diusahakan agar tidak ada silau yang menutupi nomor seri atau latar belakang. Citra uji yang diambil berjumlah 20.

2.2.2. Perbaikan Citra

Perbaikan citra digunakan untuk menghaluskan retakan kecil yang ditemukan pada latar belakang nomor seri dan pada nomor seri sehingga mempermudah proses segmentasi. Perbaikan citra menggunakan filter bilateral pada ruang warna $CIE L^*a^*b^*$. Ruang warna $CIE L^*a^*b^*$ didasarkan pada persepsi manusia terhadap warna sehingga pada ruang warna ini, filter mampu menghilangkan derau, menghaluskan citra dan tetap menjaga kejelasan tepian citra [6]. Filter bilateral merupakan konvolusi ternormalisasi dimana pembobotan setiap piksel p ditentukan oleh jarak spasial dari pusat piksel s , juga untuk perbedaan intensitasnya. Rumus bilateral filter untuk input citra I , output citra J , dan window Ω ditunjukkan persamaan (1).

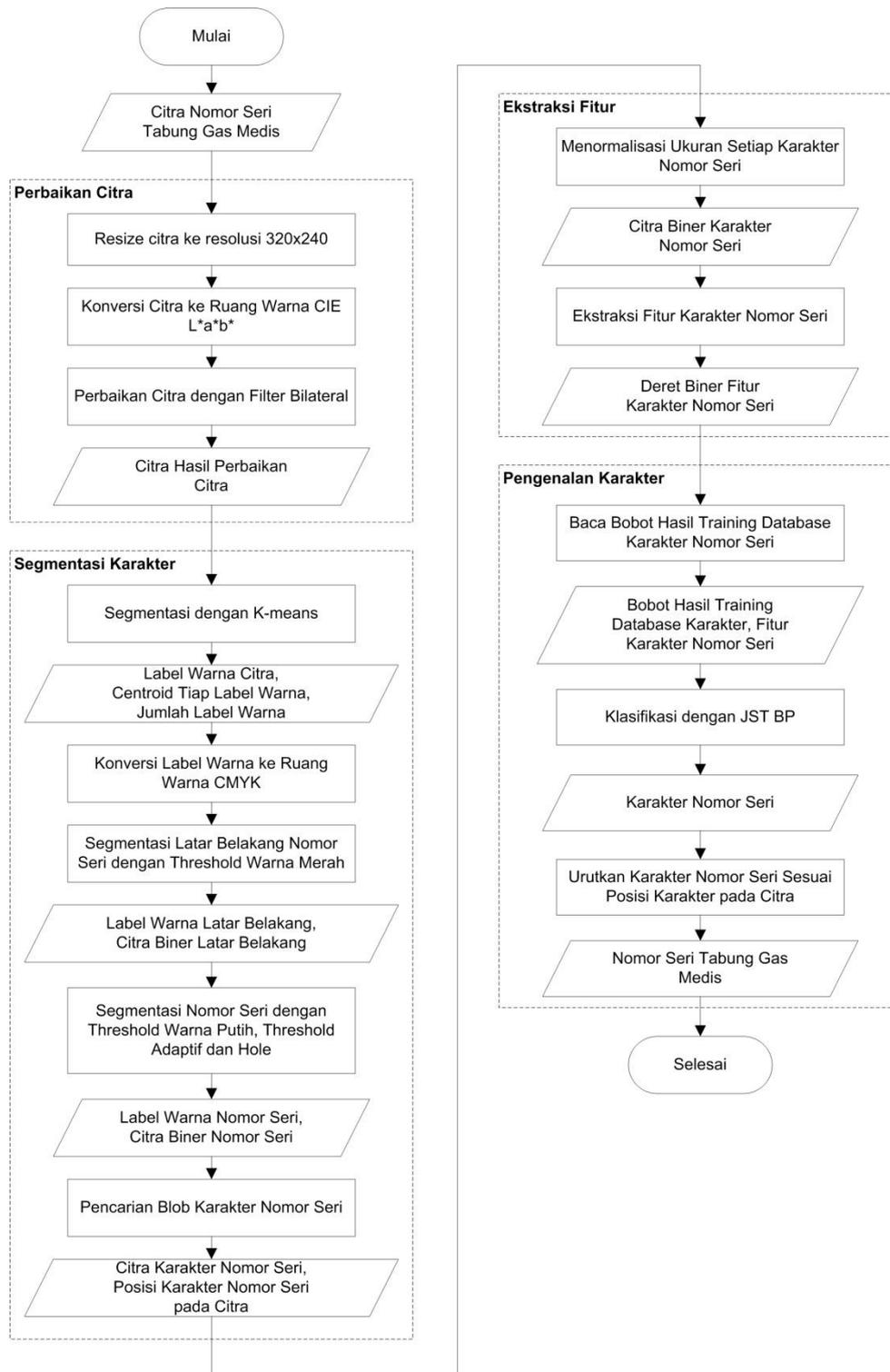
$$J_s = \sum_{p \in \Omega} f(p-s)g(I_p - I_s)I_p / \sum_{p \in \Omega} f(p-s)g(I_p - I_s) \quad (1)$$

dimana f dan g merupakan fungsi *gaussian* untuk pembobotan jarak spasial dan perbedaan intensitas. Fungsi jarak spasial dan perbedaan intensitas pada filter bilateral merupakan konstanta sehingga perhitungan jarak tersebut tidak perlu dilakukan di dalam iterasi kernel [7].

2.2.3. Segmentasi Karakter

Segmentasi karakter digunakan untuk mengambil citra karakter nomor seri dari latar belakang. Segmentasi karakter dilakukan pada label warna dengan threshold warna. Pelabelan warna dilakukan dengan *K-means* pada citra hasil perbaikan citra dalam ruang warna $CIE L^*a^*b^*$ karena perbedaan dua warna idealnya dapat direpresentasikan sebagai jarak *eucledian* antar koordinatnya dalam ruang warna $CIE L^*a^*b^*$ [8]. Langkah-langkah pelabelan meliputi inialisai jumlah klaster, menentukan nilai maksimum varian, inialisasi centroid dengan seeding, melakukan *K-means* dan menghitung kualitas klaster.

Inialisasi jumlah klaster (K) dilakukan dengan menghitung perkiraan puncak histogram citra. Semua puncak histogram diurutkan dari puncak tertinggi sampai terendah. Mulai dari puncak tertinggi, setiap puncak dengan urutan dibawahnya harus berada lebih dari radius varian dari puncak tersebut bila tidak maka dihapus. Melakukan langkah yang sama untuk puncak tertinggi kedua dan seterusnya.



Gambar 4 Rancangan sistem pengenalan nomor seri

Inisialisasi centroid dengan melakukan *seeding* dapat memaksimalkan jarak centroid yang satu dengan yang lain [9]. Sebaran centroid berguna agar kluster cepat konvergen dan menghindari adanya kluster yang tidak mendapatkan anggota. Langkah-langkah *seeding* sebagai berikut:

1. Centroid pertama dipilih random dari piksel citra.

2. Dihitung probabilitas jarak terdekat piksel terhadap centroid.
3. Centroid kedua dipilih dari nilai probabilitas yang lebih besar dari random threshold.
4. Mengulang langkah 2 dan 3 sampai jumlah kluster yang ditentukan.

K-means digunakan untuk melabelkan setiap warna pada citra sesuai dengan klasternya. Langkah-langkah dalam algoritma *K-means* [10, 11]:

1. Menempatkan titik K pada ruang yang obyeknya akan dikelompokkan.
2. Menempatkan setiap obyek ke dalam kelompok yang mempunyai centroid terdekat dengan obyek tersebut. Pengelompokan berdasarkan *euclidian distance* ditunjukkan persamaan (2).

$$c^{(i)} = \arg \min_j \|x^{(i)} - \mu_j\|^2 \quad (2)$$

3. Bila semua obyek sudah ditempatkan, K centroid dihitung kembali dengan persamaan (3).

$$\mu_i = \frac{\sum_{i=1}^m 1\{c_{(i)} = j\}x^{(i)}}{\sum_{i=1}^m 1\{c_{(i)} = j\}} \quad (3)$$

4. Mengulang langkah 2 dan 3 sampai centroid tidak berubah lagi.

Keterangan: K adalah jumlah kluster, i adalah iterasi pada intensitas, j adalah iterasi pada centroid dan μ_i adalah centroid.

Segmentasi latar belakang dilakukan dengan menggunakan threshold warna merah pada ruang warna *CMYK* (*Cyan Magenta Yellow Black*) pada centroid setiap label. Bila diproyeksikan terhadap sumbu *magenta* dan *yellow*, distribusi warna merah menyebar dari nilai merah (255,255) sampai nilai putih (0,0) sejauh radius (r). Bila diketahui nilai a (255-magenta) dan radius r maka batas nilai b (255-yellow) dapat dihitung. Threshold warna merah dihitung dengan persamaan (4).

$$R = f(y, m) = \begin{cases} 255, & (a \leq r) \text{ and } (b \leq \sqrt{r^2 - a^2}) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

Segmentasi nomor seri dilakukan dengan threshold warna putih pada ruang warna *CMYK*, threshold adaptif pada latar belakang dan area *hole*. Bila diproyeksikan terhadap sumbu c , m dan y warna putih menyebar dari nilai putih (0,0,0) sampai nilai hitam (255,255,255) sejauh radius r . Threshold warna putih dihitung dengan persamaan (5).

$$W = f(c, m, y) = \begin{cases} 255, & (m \leq r) \text{ and } (y \leq \sqrt{r^2 - m^2}) \\ & \text{and } (c \leq r) \text{ and } (m \leq \sqrt{r^2 - c^2}) \\ & \text{and } (y \leq r) \text{ and } (c \leq \sqrt{r^2 - y^2}) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

Dari area latar belakang dihitung rata-rata intensitasnya sebagai threshold adaptif bagi area di dalam latar belakang. Label warna yang didapat dari threshold adaptif kemudian dicocokkan dengan label warna threshold warna putih dan area *hole* sebagai blob nomor seri.

2.2.4. Ekstraksi Fitur Karakter

Threshold adaptif digunakan untuk melakukan binerisasi dan memisahkan karakter dari derau dan area kosong yang mungkin didapat dari hasil segmentasi. Proses ini disebut dengan deteksi boundari [12]. Sebelum ekstraksi fitur, citra dinormalisasi ukurannya menjadi 13x19. Citra ini kemudian diubah ke deret biner berukuran 247 sebagai masukan JST BP.

2.2.5. Pengenalan Karakter

Pengenalan karakter dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) [13]. JST yang digunakan yaitu *back propagation*. Pengenalan karakter dengan JST menggunakan operasi *feedforward* dengan bobot hasil training JST BP. Arsitektur JST BP yang

digunakan yaitu 247 unit masukan, 2 lapisan tersembunyi masing-masing 50 unit, dan 10 unit keluaran. Langkah-langkah *training* basis data citra training dengan JST BP yaitu [14]:

1. Mengambil data fitur dari semua sampel citra training.
2. Menentukan nilai laju pembelajaran η , momentum α dan iterasi. Laju pembelajaran menentukan kecepatan jaringan mencapai eror minimum. Momentum digunakan untuk mengikutkan sebagian dari pembaruan bobot sebelumnya dalam pembaruan bobot sekarang.
3. Menghitung nilai bobot awal dengan inisialisasi bobot awal yaitu $-1/\sqrt{d} < w < +1/\sqrt{d}$ dengan d merupakan unit masukan setiap lapisan.
4. Menentukan fungsi aktivasi yang digunakan yaitu $f(net) = \frac{2*a}{1+e^{-b*net}} - a$ dan derivatif fungsi aktivasinya $f'(net) = (2 * a * b * e^{-b*net}) / (1 + e^{-b*net})^2$ dengan $a = 1,716$ dan $b = 2/3$. Nilai tersebut memastikan $f'(0)$ mendekati 0,5 dan aktivasinya $-a < net < +a$.
5. Memilih random data fitur dari sampel citra training.
6. Melakukan operasi *feedforward*. Operasi *feedforward* dimulai dari unit masukan, Untuk lapisan net yaitu net_j, net_k , dan net_l dengan masukan unit masukan setiap lapisan (x) dan bobot setiap lapisan (w), jumlah terbobot dihitung dengan persamaan (6). Untuk jaringan y yaitu y_j, y_k dan z dengan masukan jumlah terbobot masing-masing lapisan (net), fungsi aktivasi jaringan dihitung dengan persamaan (7).

$$net = \sum_{i=1}^d x_i w + w_0 = \sum_{i=0}^d x_i w = w^T x \quad (6)$$

$$y = f(net) \quad (7)$$

7. Melakukan *back propagation* untuk memperbaiki bobot. *Back propagation* dilakukan dengan menghitung sensitifitas lapisan δ_l (lapisan keluaran – lapisan tersembunyi 2) dengan persamaan (8) dimana t adalah target pembelajaran dan z adalah jaringan aktivasi keluaran. Sensitifitas lapisan (δ_k dan δ_j) dihitung dengan persamaan (9) dimana δ adalah sensitifitas lapisan, δ_0 sensitifitas lapisan masukan, net merupakan jumlah terbobot lapisan masukan, dan w bobot lapisan masukan. Menghitung delta bobot (blk, bkj, bji) dengan persamaan (10) dimana b adalah delta bobot, α adalah momentum, η adalah laju pembelajaran, dan y adalah jaringan aktivasi lapisan masukan. Memperbaiki bobotnya (wlk, wkj, wji) dengan persamaan (11).

$$\delta_l = (t - z) f'(net_l) \quad (8)$$

$$\delta = f'(net) \sum_{k=1}^c w \delta_0 \quad (9)$$

$$b = (1 - \alpha) \eta \delta y + \alpha b \quad (10)$$

$$w = w + b \quad (11)$$

8. Menghitung eror dengan persamaan (12) dimana $J(w)$ adalah eror, t_k adalah target pembelajaran dan z_k adalah jaringan aktivasi unit keluaran.

$$J(w) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^c (t_k - z_k)^2 \quad (12)$$

9. Melakukan langkah 5-8 sampai *erms* kurang dari minimum *erms* yang ditentukan atau sebanyak iterasi yang diinginkan.
10. Hasil perhitungan bobot disimpan untuk pengenalan karakter nomor seri.

Hasil nilai klasifikasi terbesar (z) dari operasi *feedforward* merupakan nilai tertinggi kecocokan data masukan dengan karakter tersebut. Hasil nomor seri yang didapatkan dari pengenalan karakter nomor seri kemudian diurutkan sesuai dengan centroidnya dan disusun sebagai satu keutuhan nomor seri.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada citra nomor seri tabung gas medis untuk mengetahui kinerja akurasi deteksi dan pengenalan karakter nomor seri. Citra nomor seri untuk pengujian sistem berjumlah 20 buah yang diambil sekitar 15 cm dari kamera. Setiap citra uji mempunyai 3-7 digit karakter nomor seri. Keseluruhan sampel mewakili keseluruhan karakter yang ada yaitu angka 0-9. *Smartphone* Android digunakan untuk melakukan pengujian. Training data citra training dengan JST BP menggunakan laptop.

Pengujian dimulai dengan menerapkan perbaikan citra dengan filter bilateral pada citra pengujian. Setelah itu melakukan segmentasi karakter nomor seri pada hasil perbaikan citra untuk mendeteksi karakter nomor seri. Karakter nomor seri yang terdeteksi kemudian diekstraksi fiturnya dan dikenali dengan JST *Back Propagation*. Hasil pengenalan nomor seri kemudian ditampilkan pada layar *smartphone* Android. Pengujian dilakukan dengan menghitung akurasi deteksi, kesalahan deteksi dan akurasi pengenalan karakter nomor seri pada setiap citra uji. Untuk mengukur akurasi deteksi dan pengenalan karakter nomor seri digunakan persamaan (13).

$$\text{Akurasi (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{\text{jumlah karakter yang cocok pada citra}_i}{\text{jumlah karakter pada citra}_i}}{\text{jumlah citra uji (N)}} \times 100\% \quad (13)$$

Untuk menghitung kesalahan deteksi karakter nomor seri digunakan persamaan (14).

$$\text{Kesalahan (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{\text{jumlah false positif pada citra}_i}{\text{jumlah karakter pada citra}_i}}{\text{jumlah citra uji (N)}} \times 100\% \quad (14)$$

dimana *false positif* adalah kesalahan deteksi pada obyek yang mirip dengan nomor seri tapi bukan nomor seri atau obyek yang seharusnya menjadi latar belakang tetapi dideteksi sebagai nomor seri. Hasil pengujian dibagi menjadi 2 bagian yaitu hasil pengujian deteksi nomor seri dan hasil pengenalan nomor seri tabung gas medis.

3.1. Deteksi Nomor Seri

Deteksi nomor seri bertujuan untuk mencari posisi karakter nomor seri pada tabung gas medis. Metode deteksi karakter pada citra uji meliputi proses perbaikan citra sampai segmentasi karakter. Filter bilateral digunakan dalam perbaikan citra untuk menghaluskan citra dan menajamkan tepian citra. Parameter filter bilateral yang digunakan yaitu *sigma1* (jarak spasial) 10 dan *sigma2* (jarak tonal) 5, *kernel* 3x3 dan iterasi 1 kali. Nilai tersebut didasarkan pengamatan hasil citra pada pengujian variasi nilai *sigma1* dan *sigma2* [6]. Penerapan filter bilateral dengan parameter diatas memakan waktu sekitar 0,25 detik. Citra hasil perbaikan citra mempunyai tepian yang lebih tajam karena bobot jarak tonal yang semakin kecil bila perbedaan intensitas tinggi. Bagian yang bukan tepian menjadi lebih halus dan derau halus yang ada pada citra masukan menjadi hilang karena nilai bobot tonal yang semakin tinggi untuk piksel dengan beda intensitas rendah. Tepian yang jelas dan warna di bagian bukan tepian yang homogen akan memperbagus hasil inialisasi jumlah klaster untuk *K-means*.

Pelabelan warna menggunakan metode *K-means*. Tabel 1 menunjukkan hasil statistik jumlah klaster, varian, kualitas klaster dan waktu segmentasi pada setiap citra uji. Inialisasi jumlah klaster menggunakan nilai varian 100. Performa inialisasi jumlah klaster dan *seeding* dapat dilihat dari kualitas klaster pada Tabel 1. Dari semua citra pengujian kualitas klaster menunjukkan angka lebih dari 10 yang menunjukkan warna terlabelkan dengan baik. Perbedaan waktu klustering dikarenakan banyaknya iterasi yang diperlukan untuk mencapai klaster yang optimal.

Tabel 1 Statistik klustering dengan *K-means*

No	Nama	K	Maksimum varian	Minimum kualitas klaster	Waktu (detik)
1	Citra Uji 1	13	53,16	13,72	5
2	Citra Uji 2	16	49,41	15,43	3
3	Citra Uji 3	16	53,60	14,85	7
4	Citra Uji 4	15	45,11	22,53	11
5	Citra Uji 5	16	56,26	32,11	10
6	Citra Uji 6	17	68,81	18,43	7
7	Citra Uji 7	15	43,48	19,78	5
8	Citra Uji 8	14	30,05	29,43	7
9	Citra Uji 9	15	47,50	15,06	6
10	Citra Uji 10	15	35,25	18,11	4
11	Citra Uji 11	18	61,20	28,08	13
12	Citra Uji 12	17	90,24	13,19	7
13	Citra Uji 13	13	73,58	22,74	3
14	Citra Uji 14	17	76,06	20,11	9
15	Citra Uji 15	15	41,55	30,06	12
16	Citra Uji 16	21	67,54	41,54	11
17	Citra Uji 17	14	205,33	14,93	4
18	Citra Uji 18	20	82,75	24,18	17
19	Citra Uji 19	16	81,39	18,61	15
20	Citra Uji 20	16	94,70	15,66	11

Segmentasi latar belakang menggunakan threshold label warna merah dengan nilai radius 250. Keberadaan latar belakang digunakan untuk membedakan nomor seri dengan obyek nomor yang lain. Sistem berhasil mendeteksi semua latar belakang pada citra uji dengan benar meskipun sebagian tertutup oleh derau. Perbaikan latar belakang dengan *region filling* dilakukan untuk menutup lubang-lubang akibat derau.

Segmentasi karakter menggunakan threshold warna putih dengan nilai radius 50, threshold adaptif dan area *hole* nomor seri. Kelemahannya yaitu apabila ada area *hole* yang ternyata bukan nomor seri, threshold warna putih dan threshold adaptif tidak akan memfilternya. Sistem mengasumsikan bahwa semua *hole* dengan area diatas threshold area karakter nomor seri dan yang bukan latar belakang adalah label warna nomor seri. Dari hasil proses deteksi blob nomor seri, dihitung akurasi deteksi karakter, kesalahan deteksi karakter dan lamanya proses deteksi dalam detik pada masing-masing citra uji yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil deteksi karakter

Nama	Waktu (detik)	Jumlah karakter	Jumlah deteksi	Jumlah false +	Akurasi deteksi (%)	Kesalahan deteksi (%)
Citra Uji 1	5	7	7	0	100,00	0,00
Citra Uji 2	3	5	4	0	80,00	0,00
Citra Uji 3	7	4	4	0	100,00	0,00
Citra Uji 4	11	6	5	1	83,33	16,67
Citra Uji 5	10	4	4	0	100,00	0,00
Citra Uji 6	7	4	4	0	100,00	0,00
Citra Uji 7	5	4	3	0	75,00	0,00
Citra Uji 8	7	5	5	0	100,00	0,00
Citra Uji 9	6	4	4	0	100,00	0,00
Citra Uji 10	4	3	3	0	100,00	0,00
Citra Uji 11	13	4	4	0	100,00	0,00
Citra Uji 12	7	7	7	0	100,00	0,00
Citra Uji 13	3	4	4	0	100,00	0,00
Citra Uji 14	9	7	7	0	100,00	0,00
Citra Uji 15	12	5	5	0	100,00	0,00
Citra Uji 16	11	7	6	1	85,71	14,28

Tabel 2 Hasil deteksi karakter (lanjutan)

Nama	Waktu (detik)	Jumlah karakter	Jumlah deteksi	Jumlah false +	Akurasi deteksi (%)	Kesalahan deteksi (%)
Citra Uji 17	4	7	6	0	85,71	0,00
Citra Uji 18	17	4	4	0	100,00	0,00
Citra Uji 19	15	7	7	0	100,00	0,00
Citra Uji 20	11	3	3	0	100,00	0,00

Dari Tabel 2, hasil rata-rata akurasi deteksi dan kesalahan deteksi pada 20 citra uji yaitu:

$$akurasi (\%) = \frac{jumlah\ semua\ karakter\ terdeteksi}{jumlah\ semua\ karakter\ nomor\ seri} \times 100 = \frac{96}{101} \times 100 = 95,05 \%$$

$$kesalahan (\%) = \frac{jumlah\ semua\ false\ positif}{jumlah\ semua\ karakter\ nomor\ seri} \times 100 = \frac{2}{101} \times 100 = 1,98 \%$$

Pada citra uji 2, 7 dan 16, karakter yang tidak terdeteksi dikarenakan tidak sempurnanya latar belakang dalam menutupi tepian nomor seri. Hal ini membuat area karakter nomor seri terpotong karena berada diluar area latar belakang. Pada citra uji 4 dan 17 ada karakter yang tidak terdeteksi karena tergabung dengan karakter yang lain akibat silau pada citra. Hasil pencarian blob pada citra uji 4 menggabungkan karakter yang terkena silau sebagai satu karakter nomor seri. Penggabungan ini dikarenakan blob karakter memenuhi rasio ukuran karakter nomor seri. Dengan akurasi diatas sistem mampu mendeteksi karakter nomor seri dengan baik pada karakter nomor seri dengan warna beragam dan latar belakang berderau.

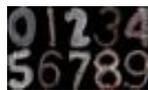
3.2. Pengenalan Nomor Seri

Pengenalan karakter nomor seri tabung gas medis menggunakan jaringan syaraf tiruan *back propagation* untuk mengenali masukan dari hasil deteksi karakter nomor seri. Masukan hasil deteksi nomor seri dideteksi boundarynya, dinormalisasi ukurannya, diekstrak fituranya kemudian diklasifikasi dengan JST. Dari hasil klasifikasi, diambil nilai yang paling tinggi sebagai hasil pengenalan karakter nomor seri.

Training dengan JST BP menggunakan 247 unit masukan, 50 unit tersembunyi 1, 50 unit tersembunyi 2, dan 10 unit keluaran. Nilai laju pembelajaran yang dipakai yaitu 0,1 dan nilai momentum yang dipakai yaitu 0,9. Fungsi aktivasi yang dipakai yaitu fungsi aktivasi sigmoid. Database sampel terdiri dari variasi sampel karakter sintetik biasa, sampel karakter nomor seri yang diambil dari citra tabung gas, sampel karakter miring, dan sampel karakter berderau [15] yang ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8. Jumlah database citra training yang digunakan yaitu 4450 karakter dari 0-9.



Gambar 5 Sampel karakter sintetik biasa



Gambar 6 Sampel karakter nomor seri asli



Gambar 7 Sampel karakter miring



Gambar 8 Sampel karakter berderau

Training dilakukan dengan variasi jumlah sampel dengan pengaturan parameter JST BP yang sama untuk diuji keakuratannya. Keakuratan pengenalan diujikan pada database 4450 sampel dan data citra nomor seri asli sebanyak 120. Dari 8 hasil training didapatkan hasil yang paling baik yaitu hasil training 4450 sampel dengan minimum erornya 0,0045. Hasil training ini mampu mengenali database sampel dengan akurasi 100% dan sampel citra nomor seri sebenarnya dengan akurasi 95,83%.

Pengenalan karakter nomor seri dengan menggunakan operasi *feedforward* dengan bobot hasil *training* JST BP. Karakter nomor seri sebenarnya, hasil pengenalan karakter nomor seri, jumlah karakter yang dikenali, akurasi pengenalan dan waktu pengenalan nomor seri dari 20 citra uji ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Tabel hasil pengenalan nomor seri

No	Nama	Nomor seri	Hasil pengenalan	Karakter dikenali	Akurasi (%)	Waktu (detik)
1	Citra Uji 1	3700030	3700030	7	100,00	1
2	Citra Uji 2	07532	0753	4	80,00	1
3	Citra Uji 3	2723	2723	4	100,00	1
4	Citra Uji 4	370706	37076	5	83,33	1
5	Citra Uji 5	4014	4014	4	100,00	1
6	Citra Uji 6	4746	4746	4	100,00	1
7	Citra Uji 7	7200	720	3	75,00	1
8	Citra Uji 8	01934	01934	5	100,00	1
9	Citra Uji 9	1497	1497	4	100,00	1
10	Citra Uji 10	147	147	3	100,00	1
11	Citra Uji 11	4597	4597	4	100,00	1
12	Citra Uji 12	0305683	4305685	5	71,43	1
13	Citra Uji 13	3948	3948	4	100,00	1
14	Citra Uji 14	4377188	4377188	7	100,00	1
15	Citra Uji 15	07625	07625	5	100,00	1
16	Citra Uji 16	4375407	4375400	6	85,71	1
17	Citra Uji 17	3706173	170673	5	66,67	1
18	Citra Uji 18	1154	1154	4	100,00	1
19	Citra Uji 19	3699146	3699140	6	85,71	1
20	Citra Uji 20	227	227	3	100,00	1

Dari Tabel 3, rata-rata akurasi pengenalan dapat dihitung dari perbandingan jumlah semua karakter yang dikenali dengan benar dengan jumlah semua karakter nomor seri dikalikan 100. Rata-rata akurasi pengenalan karakter nomor seri untuk 20 citra uji yaitu:

$$akurasi (\%) = \frac{\text{jumlah semua karakter dikenali}}{\text{jumlah semua karakter nomor seri}} \times 100 = \frac{92}{101} \times 100 = 91,09 \%$$

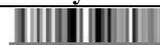
Pada citra 2, 4, 7 dan 16 sistem tidak bisa mengenali keseluruhan citra karena sistem tidak mendeteksi beberapa karakter pada citra uji tersebut. Hal ini akibat terpotongnya karakter nomor seri karena berada diluar latar belakang. Hasil normalisasi ukuran karakter nomor seri, pengenalan karakter dan nilai pengenalan karakter pada citra uji 12 dan 19 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Tabel pengenalan citra uji 12, 17 dan 19

Citra uji 12							
Karakter sebenarnya	0	3	0	5	6	8	3
Karakter dikenali	4	3	0	5	6	8	5
Nilai pengenalan	0,267	-0,0694	0,999	0,877	0,799	0,985	1,001
Citra uji 19							
Karakter sebenarnya	3	6	9	9	1	4	6
Karakter dikenali	3	6	9	9	1	4	0
Nilai pengenalan	1,000	0,807	0,956	0,882	0,767	0,519	0,283

Angka 3 pada citra uji 12 dikenali sebagai angka 5 dengan nilai pengenalan yang tinggi yakni 1,001. Angka 0 pada citra uji 12 dikenali sebagai angka 4 dengan nilai pengenalan 0,267 dan angka 6 pada citra uji 19 dikenali sebagai angka 0 dengan nilai pengenalan 0,283. Nilai pengenalan merupakan ukuran kemiripan pola fitur terhadap *training* data sampel seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Karakter merupakan angka yang diuji, Dikenali merupakan hasil pengenalan karakter. Fitur merupakan tampilan citra pola fitur dari setiap karakter, *yj* merupakan tampilan pola jaringan aktivasi pertama (masukan – tersembunyi 1) dan *yk* merupakan tampilan pola pada jaringan aktivasi kedua (tersembunyi 1 – tersembunyi 2).

Tabel 5 Pola fitur JST BP

No	Karakter	Dikenali	fitur	yj	yk
1	5	5			
2	3	5			
3	3	3			
4	0	0			
5	6	0			
6	6	6			

Dari Tabel 5 terlihat semakin tinggi nilai pengenalan maka semakin mirip pola fiturnya dengan yang dikenali. Misalnya pola fitur angka 3 (nomor 2) setelah melewati jaringan aktivasi pertama mirip dengan pola angka 5 (nomor 1) daripada yang seharusnya yaitu angka 3 (nomor 3). Begitu juga pada jaringan aktivasi kedua, pola fiturnya menjadi semakin mirip. Hal ini menyebabkan angka 3 diklasifikasikan sebagai kelompok angka 5. Pola fitur angka 6 (nomor 5) dikenali sebagai kelompok angka 0. Pola fitur angka 6 (nomor 5) lebih mirip dengan pola fitur angka 0 (nomor 4) daripada pola fitur angka 6 (nomor 6) pada jaringan aktivasi kedua. Hal ini menyebabkan angka 6 diklasifikasikan sebagai kelompok angka 0 walaupun nilai pengenalannya tidak terlalu tinggi. Dari hasil akurasi pengenalan diatas, sistem mampu dengan baik mengenali karakter yang standar maupun yang unik dari citra nomor seri tabung gas medis.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian terhadap program pengenalan nomor seri pada tabung gas medis, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Program dapat mendeteksi karakter nomor seri dengan akurasi 95,05% dengan kesalahan deteksi 1,98% dari 20 citra pengujian. Hal ini menunjukkan metode praproses yang digunakan mempunyai performa yang baik untuk mendeteksi karakter nomor seri tabung gas medis yang warnanya beragam dan latar belakang berderau.
2. Program dapat mengenali karakter nomor seri dengan akurasi 91,09% dari 20 sampel citra pengujian. Hal ini menunjukkan metode pengenalan karakter nomor seri dengan jaringan syaraf tiruan *back propagation* menunjukkan performa yang baik dalam mengenali karakter nomor seri tabung gas baik yang standar maupun yang unik.
3. Nomor seri dengan warna beragam dapat diatasi menggunakan metode pelabelan warna dan segmentasi karakter dengan threshold warna, threshold adaptif dan *hole*. Latar belakang yang berderau dapat diatasi menggunakan filter bilateral untuk derau yang halus dan perbaikan latar belakang untuk menutupi latar belakang yang berlubang.
4. Kesalahan terutama terjadi akibat latar belakang yang tidak menutupi keseluruhan nomor seri dan adanya silau pada citra nomor seri.
5. Hasil terbaik ditunjukkan dengan karakter nomor seri dengan warna abu-abu atau putih yang seragam dan latar belakang warna merah tua yang menutupi keseluruhan nomor seri.

5. SARAN

Beberapa saran dari penulis tentang pengembangan program pengenalan nomor seri pada tabung gas medis yaitu sebagai berikut:

1. Dengan mengkaji pelabelan warna diharapkan nantinya sistem dapat mengenali latar belakang selain warna merah atau yang kontrasnya tinggi jadi bisa digunakan untuk latar belakang yang warnanya beragam.
2. Untuk meningkatkan hasil akurasi pengenalan nomor seri yang berderau tinggi dapat dilakukan penambahan sampel nomor seri untuk data training JST *Back Propagation*.

3. Ditambahkan metode untuk melakukan rotasi pada blob nomor seri apabila terlihat miring.
4. Untuk memudahkan deteksi dan pengenalan nomor seri, tipe angka nomor seri pada tabung gas medis sebaiknya dibuat standar, karakter dalam satu nomor seri dicetak lurus dengan yang lain, dicetak tegak, dan dicetak tebal. Warna cat nomor seri dan latar belakangnya dipilih untuk menghasilkan perbedaan warna dan contrast yang mencolok misalnya nomor seri berwarna putih dan latar belakang berwarna merah tua agar berbeda dengan warna cat badan tabung gas medis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bhaskar, S., Lavassar, N., and Green, S., 2010, Implementing Optical Character Recognition on the Android Operating System for Business Cards, *EE 368 Digital Image Processing*.
- [2] Mithe, R., Indalkar, S., Divekar, N., 2013, Optical Character Recognition, *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, ISSN: 2277-3878, Volume-2, Issue-1, March 2013.
- [3] Carpenter, A.G, Grossberg, S., and Iizuka, K., 1992, Comparative Performance Measures of Fuzzy Artmap, Learned Vector Quantization, and *Back propagation* for Handwritten Character Recognition, *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, I, 794-799.
- [4] Devireddy, S.K., Rao, S.A., 2009, Hand Written Character Recognition Using *Back propagation* Network, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*.
- [5] Singh, D., Khehra, B.S., 2011, Digit Recognition System using *Back propagation* Neural Network, *International Journal of Computer Science and Communication*, Vol. 2, No. 1, January-June 2011, pp. 197-205.
- [6] Tomasi, C., and Manduchi, R., 1998, Bilateral Filtering for Gray and Color Images, *Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Computer Vision*, Bombay, India.
- [7] Weiss, B., 2006, *Fast Median and Bilateral Filtering*, Shell & Slate Software Corp.
- [8] Li-jie, Y., 2009, Automatic Image Segmentation Base on Human Color Perceptions, *I.J. Image, Graphics and Signal Processing*, 2009, 1, 25-32.
- [9] Arthur, D., and Vassilvitskii, S., 2007, *K-means++*: The Advantages of Careful Seeding, *Proceeding SODA '07 Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms*, Pages 1027 – 1035.
- [10] Bhisop, M., C., 2006, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer Science+Business Media, New York.
- [11] Gonzalez, R.C., and Woods, R.E., 2008, *Digital Image Processing*, Third Edition, Pearson Prentice Hall, New Jearsey.
- [12] Kader, M.F., and Deb, K., 2012, Neural Network-Based English Alphanumeric Character Recognition, *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, Vol.2, No.4, Agustus 2012.
- [13] Trier, Ø.D., Jain, A.K., and Taxt, T., 1996, *Feature Extraction Methods for Character Recognition--A Survey*, *Pattern Recognition*, Vol. 29, No. 4, pp. 641-662, Elsevier Science Ltd.
- [14] LeCun, Y., Bottou, L., Orr, G.B., Müller, K.R., 1998, *Efficient Backprop*, *Neural networks: Tricks of the trade*, Pages 9-50, Springer Berlin Heidelberg.
- [15] Nonnemaker, J., and Baird, H.S., 2008, *Using Synthetic Data Safely in Classification*, Lehigh University.