

SISTEM PENDETEKSI POLA TAJWID WAJIBUL GHUNNAH PADA SURAT AL-WAQIAH MENGUNAKAN METODE SOKAL & SNEATH

Bustami, Fadlisyah, Cut Chairun Nisa
Teknik Informatika Universitas Malikussaleh
Jl. Cot Tgk Nie-Reulet, Aceh Utara, 141 Lhokseumawe
Email: cutchairunnisa20@gmail.com

ABSTRAK

Al Quran adalah Kalamullah, sebagai mu'jizat, yang telah diturunkan kepada penutup para Nabi dan Rasul, membacanya sebagai ibadah, yang dimulai dengan surah Al-Fatihah yang ditutup dengan surah An-Nas. Untuk membaca Al Quran diperlukan pengetahuan tentang pedoman ilmu Tajwid. Pada umumnya, tidak banyak orang yang mempelajari, mudah mengerti maupun untuk menemukan hukum Tajwid di dalam kitab suci Al Quran. Oleh karena itu, sistem pendeteksi Tajwid sangat berguna untuk membantu pengguna menemukan hukum-hukum Tajwid di dalam Al Quran. Dalam penelitian ini, metode *Sokal & Sneath* digunakan untuk menghitung jarak keakuratan pola Tajwid pada citra Al Quran, khususnya Wajibul Ghunnah dan dibatasi dengan surat Al Waqiah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keakuratan sistem ini sebesar 88%. Persentase *detection rate* tersebut menunjukkan bahwa metode *Sokal & Sneath* dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk pendeteksian pola Tajwid pada citra Al Quran. Sistem ini memiliki beberapa kelemahan yaitu memiliki *false positive rate* yang tinggi, dapat dilihat pada unjuk kerja dari sistem pendeteksi Tajwid ini, proses keakurasiannya dapat dilakukan dengan memberikan pelatihan lebih lanjut dengan tambahan data *training* yang lebih banyak dan lebih bervariasi. Walaupun begitu, sistem deteksi Tajwid ini tidak bisa menggantikan pentingnya guru untuk membimbing dalam belajar cara baca sesuai dengan hukum-hukum Tajwid yang benar.

Kata kunci: *Pengolahan Citra, Al-Qur'an, Tajwid, Sokal & Sneath.*

I. Pendahuluan

Al-Qur'an merupakan pedoman hidup kaum muslim yang berisikan firman Allah yang tersusun dalam bahasa Arab yang simbol hurufnya dikenal dengan sebutan huruf hijaiyah. Hampir dari keseluruhan umat Muslim

mampu membaca Al Qur'an, akan tetapi tidak dapat membaca Al Quran dengan benar berdasarkan Makhraj, Waqaf, dan Tajwid yang telah ditentukan. Hukum hukum ini merupakan pedoman dalam membaca Al Quran. Menurut bahasa Makhraj merupakan tempat keluarnya huruf, Sedangkan menurut istilah, Makhraj adalah suatu nama tempat, yang pada huruf dibentuk (diucapkan). Waqaf dari sudut bahasa ialah berhenti atau menahan, manakala dari sudut istilah waqaf ialah menghentikan bacaan sejenak dengan memutuskan suara di akhir perkataan untuk bernapas dengan niat ingin menyambung kembali bacaan. Dan pengertian Tajwid menurut bahasa (ethimologi) adalah memperindah bacaan. Jadi ilmu tajwid adalah suatu ilmu yang mempelajari bagaimana cara membunyikan atau mengucapkan huruf-huruf baik itu berdentung atau tidaknya yang terdapat dalam Al-Quran.

Orang yang membaca Al-Qur'an umumnya akan merujuk kepada seorang guru yang ahli dalam makhraj dan tajwid bacaan Al-Qur'an yang disebut ustadz. Seorang ustadz akan mengamati setiap hukum makhraj dan tajwid yang sedang dibaca, kemudian mengingatkan kembali hukum yang tepat apabila terjadi kesalahan dalam pembacaan. Saat ini, ada beberapa perangkat lunak pembelajaran Al-Qur'an yang tersedia di pasaran. Kegunaan software ini, pengguna hanya dapat membaca Al-Qur'an, namun penempatan hukum tajwid tidak ditampilkan.

Dalam penelitian ini, penulis mengembangkan sistem yang menggunakan kombinasi citra surat Al-Qur'an latih sebagai input data untuk mendapatkan pola tajwid yang sesuai dengan membandingkan input citra surat Al-Qur'an uji. Citra yang diuji nantinya akan terdeteksi bagian-bagian mana yang terkandung tajwid di dalamnya sehingga pengguna dapat dengan mudah membaca dan memahami tajwid tersebut.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Citra

Citra atau gambar dalam bahasa latin *imago* adalah suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek atau benda. Citra dapat dikelompokkan menjadi citra tampak dan citra tidak tampak. Contoh citra tampak dalam kehidupan sehari-hari berupa foto, gambar, dan lukisan, sedangkan citra tidak tampak misalnya data gambar dalam *file* (citra *digital*), dan citra yang direpresentasikan menjadi fungsi matematis. Di antara jenis citra tersebut, hanya citra *digital* yang dapat diolah menggunakan komputer.

Jenis citra lain, jika hendak diolah dengan komputer, harus diubah menjadi citra *digital*, misalnya foto di-*scan* dengan *scanner*, persebaran panas tubuh foto ditangkap dengan kamera infra merah dan diubah menjadi informasi numeris, informasi densitas dan komposisi bagian dalam tubuh manusia ditangkap dengan bantuan pesawat sinar-x dan sistem deteksi radiasi menjadi informasi *digital*. Kegiatan untuk mengubah informasi citra fisik non *digital* menjadi *digital* disebut sebagai pencitraan (*imaging*)^[2].

2.2 Citra Digital

Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variable, $f(x,y)$, di mana x dan y adalah koordinat spasial dan nilai $f(x,y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut. Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan pada penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru (*Red, Green, Blue - RGB*)^[2].

2.3 Citra Resize

Citra *resize* merupakan hasil perubahan ukuran citra asli ke ukuran yang telah disesuaikan sesuai kebutuhan sistem dan akan disimpan dalam bentuk .bmp. Hal ini dilakukan agar proses kerja sistem lebih cepat dalam menghitung koordinat citra^[3].

2.4 Grayscale

Citra berskala keabuan adalah citra yang menggunakan warna abu-abu yang merupakan kombinasi antara hitam dan putih. Setiap warna didalam citra berskala keabuan dinyatakan dengan sebuah nilai bulat antara 0 dan 255 (untuk yang arah keabuannya sama dengan 256) dan nilai tersebut disebut sebagai intensitas^[3].

2.5 Konvolusi Deteksi Tepi Menggunakan Sobel

Sobel merupakan salah satu pengembangan dari teknik *edge detection* sebelumnya (Metode Robert) dengan menggunakan HPF (*High Pass Filter*) yang diberisatu angka nol penyangga juga pengembangan dari Operator *Prewitt*. Algoritma ini termasuk algoritma pemrograman yang berfungsi sebagai *filter image*. *Filter* ini mendeteksi keseluruhan *edge* yang ada. Dalam prosesnya *filter* ini menggunakan sebuah operator, yang dinamakan Operator *Sobel*. Operator *Sobel* menggunakan matriks $N \times N$ dengan berordo 3×3 , 5×5 , 7×7 dan sebagainya. Matriks seperti ini digunakan untuk mempermudah untuk mendapatkan piksel tengah sehingga menjadi titik

tengah matrik (a_{ij}). Piksel tengah ini merupakan piksel yang akan diperiksa. Cara pemanfaatan matrik ini sama seperti pemakaian sebuah *grid*, yaitu dengan cara memasukkan piksel-piksel disekitar yang sedang diperiksa (piksel tengah) kedalam matrik^[1]

Operator *Sobel* adalah magnitudo dari gradien yang dihitung dengan:

$$M = \sqrt{(S_x^2 + S_y^2)}$$

Dengan konstanta $c = 2$. Dalam bentuk *mask*, S_x dan S_y dinyatakan sebagai:

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sobel berbentuk Horizontal

$$S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Sobel berbentuk Vertikal^[5].

2.6 Pengolahan citra

Proses pengolahan citra sangat beragam bentuknya, ada tiga bentuk umum proses pengolahan citra digital, yaitu operasi tingkat rendah (*low level operation*), operasi tingkat menengah (*intermediate level operation*) dan operasi tingkat tinggi (*high level operation*). Pada operasi tingkat rendah, citra ditransformasikan ke dalam citra yang siap dimodifikasi. Struktur citra dimodifikasi secara keseluruhan dan menghasilkan citra baru, *vector* atau nilai tunggal. Pada tingkatan ini operasi citra dilakukan secara langsung piksel per piksel, contoh operasinya adalah *smoothing*, *convolution*, *histogram generation* dan lainnya. Pada tingkat menengah, citra ditransformasikan ke dalam struktur data. Struktur citra dimodifikasi sebagian karena operasi ini hanya mengambil objek-objek yang dianggap penting untuk diolah atau yang sering disebut dengan ROI (*Region of Interest*). Contoh operasi ini adalah *region labeling*, *motion analysis* dan lainnya. Terakhir operasi tingkat tinggi, pada tingkat ini citra diekstraksi dan diambil informasinya. Informasi tersebut diolah lagi untuk mendapatkan aksi atau membuat keputusan, tingkat ini sering disebut juga dengan pemrosesan simbolik (*symbolic processing*). Contohnya adalah *object recognition*, *face recognition* dan lainnya^[4].

2.7 Pengenalan Pola

Secara umum pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah suatu ilmu untuk mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif fitur (ciri) atau sifat utama dari suatu obyek. Pola sendiri adalah suatu entitas yang terdefinisi dan dapat diidentifikasi serta diberi nama. Pola bisa merupakan kumpulan hasil pengukuran atau pemantauan dan bisa dinyatakan dalam notasi vektor atau matriks^[3].

2.8 *Bitmap. (.Bmp)*

Format *Bitmap* adalah format penyimpanan standar tanpa kompresi yang umum digunakan menyimpan citra biner hingga citra warna. Format ini terdiri dari beberapa jenis yang setiap jenisnya dengan jumlah bit yang digunakan menyimpan sebuah nilai *pixel*.

2.9 *Metode Sokal & Sneath*

Sokal & Sneath adalah jenis teori yang mengatur kesamaan indeks ukuran yang biasanya digunakan dalam pengenalan pola dan klasifikasi untuk populasi keragaman^[6].

Rumus *Sokal & Sneath*:

$$S_{\text{Sokal \& Sneath}} = \frac{a}{a + 2b + 2c}$$

Keterangan:

a = nilai vektor i dan j menunjukkan jumlah koordinat dari (1,1)

b = nilai vektor i dan j menunjukkan jumlah koordinat dari (0,1)

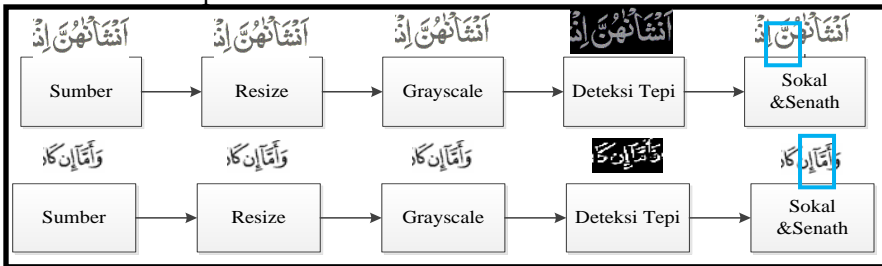
c = nilai vektor i dan j menunjukkan jumlah koordinat dari (1,0)

Kesamaan biner (*binary similarity*) dan ketidaksamaan jarak (*dissimilarity*) merupakan tindakan dalam masalah analisis pola seperti klasifikasi, *clustering*, dan lain-lain. Berbagai macam data dapat diwakili oleh variabel biner yang mengekspresikan biner status sampel, yaitu ya / tidak, benar / salah. Misalnya dalam arkeologi, data biner dapat menunjukkan bahwa artefak tertentu ditemukan atau tidak di lokasi tertentu. Dalam taksonomi data biner dapat menunjukkan adanya atau tidak adanya taksonomi tertentu Karakter dalam spesies. Dalam psikologi, data biner dapat menunjukkan jika seseorang memiliki spesifik sifat psikologis. Dalam kimia, data biner dapat menunjukkan adanya atau tidak adanya molekul fragmen tertentu atau kelompok fungsional.

III. Rancangan Sistem

3.1 Skema Sistem

Skema sistem untuk pengenalan pola yang dirancang dalam penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 3.1.



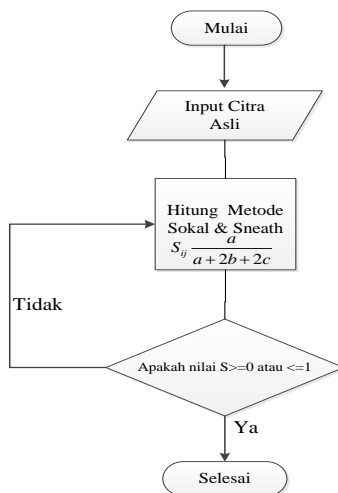
Gambar 3.1 Skema Sistem Secara Keseluruhan

Berdasarkan gambar 3.1 ada beberapa tahapan-tahapan yang dapat dilakukan, yaitu:

1. *Input* gambar (*image*) yang berformat citra.*bmp*. yakni disebut sebagai citra asli dan dimisalkan sebagai sumber yang akan diproses ke tahap selanjutnya.
2. Sumber atau citra asli yang telah *diinput* terlebih dahulu di *resize* sesuai dengan format yang ditentukan, konsep dasar mengenai hal ini berfungsi untuk mempercepat proses pendeteksian.
3. Tahap *grayscale* adalah proses pengolahan citra dengan cara mengubah nilai-nilai piksel awal citra (sumber/citra asli) menjadi sebuah citra keabuan yang berfungsi untuk memudahkan proses perhitungan pada operasi berikutnya, karena nilai-nilai piksel pada citra keabuan tersebut dapat direpresentasikan dalam sebuah matriks.
4. Pada tahapan konvolusi dilakukan untuk mendeteksi daerah tepi citra yang bertujuan untuk menandai bagian yang menjadi *detail* citra dan memperbaiki *detail* dari citra yang kabur, yang terjadi karena *error* atau adanya efek dari proses akuisisi citra.
5. Tahap ini adalah memperkuat dan memperakurat proses-proses sebelumnya dengan metode *Sokal & Sneath* untuk mendeteksi pola tajwid Wajibul Ghunnah.

3.2 Skema Metode Sokal & Sneath

Diagram alir untuk proses Metode *Sokal & Sneath* dibangun berdasarkan gambar di bawah ini:

Gambar 3.2 *Flowchart* Proses Sokal & Michener

Adapun tahapan-tahapan dari gambar 3.2 adalah sebagai berikut :

1. Menginputkan nilai dari hasil pencarian citra.
2. Deteksi *file* yang berformat *.bmp* dan mendapatkan nilai N.
3. Nilai N yang telah didapatkan kemudian akan dihitung menggunakan rumus dari metode Sokal & Sneath berdasarkan ketentuan tabel otsu.
4. Kemudian dari proses perhitungan yang dilakukan yaitu *check* apakah nilai $S = N-1$, atau kondisi ketentuannya adalah jika nilai S (*Similarity*) lebih besar dari 0 maupun bernilai lebih kecil dari 1.
5. Jika hasilnya adalah Ya hal tersebut menunjukkan *energy*/nilai citra sudah didapatkan, sebaliknya jika Tidak maka ulangi proses sebelumnya untuk perhitungan ulang.
6. Apabila semua sudah didapatkan dan sesuai dengan ketentuan maka akan keluar hasil/*output*.
7. Setelah semua proses selesai maka perhitungan akan berhenti.

IV. Hasil dan Pembahasan

Sampel pelatihan Tajwid adalah beberapa contoh Tajwid hukum bacaan *Wajibul Ghunnah* yang diinput atau ditanam pada program pelatihan sehingga memudahkan ketika pengujian langsung terhadap sampel lainnya yang akan diuji oleh sistem. Sampel pelatihan Tajwid yang digunakan dalam penelitian ini yaitu hukum bacaan *Wajibul Ghunnah* yang terdapat pada surat Al-Waqiah. Berdasarkan hal tersebut untuk mengetahui nilai yang terdapat

Form ini adalah UI (*User Interface*) yang paling utama ditampilkan ketika sistem telah dijalankan. *Form* ini merupakan *main menu* pertama yang tampil dari kedua ketiga *form* lainnya. *Form* beranda yang dijalankan memiliki tiga *button*.



Gambar 4.3 Tampilan Aplikasi Pola Citra Pelatihan

Tahapan pertama yaitu proses pelatihan pola hukum *Wajibul Ghunnah*, dengan meng-*input* citra, dimana proses *resize* terjadi yang bertujuan untuk menyeragamkan ukuran citra, dan proses *grayscale* untuk mengubah citra asli menjadi keabuan yang bertujuan untuk menyederhanakan model citra, dan konvolusi yaitu mengkombinasikan dua buah sinyal dengan cara pendeteksian tepi menggunakan operator sobel dan melakukan pelatihan pada pola hukum *Wajibul Ghunnah*.



Gambar 4.3 Tampilan Aplikasi Pola Citra Pengujian

Pada Gambar 4.3 ketika pelatihan pola hukum *Wajibul Ghunnah* selesai, pengujian dapat dilakukan dengan menekan tombol deteksi, dimana proses perhitungan menggunakan Metode *Sokal & Sneath* dilakukan yang bertujuan untuk menentukan/mengakuratkan tingkat kesamaan (*similarity degree*) atau ketidaksamaan (*disimilarity degree*) dua vektor.

4.1 Perhitungan Manual Metode *Sokal & Sneath*

Perhitungan manual yang digunakan pada penelitian ini ialah perhitungan Metode *Sokal & Sneath* untuk mendapatkan gambaran mengenai keakuratan *distance* (jarak) dua buah vektor dalam aplikasi sistem ini. Nilai sembarang untuk vektor *i* dan *j* adalah sebagai berikut:

$$i = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad j = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Pada matriks di atas, vektor *i* merupakan vektor pola nilai latih sedangkan vektor *j* adalah vektor pola nilai uji yang keduanya akan diproses dengan perhitungan metode *Sokal & Sneath*. Sebelum jarak vektor dihitung, maka terlebih dulu tentukan nilai *a* dan *b* dan *c* untuk rumus *Sokal & Sneath*. Tahapan perhitungan dapat dilihat dibawah ini:

Metode *Sokal & Sneath*

$$a_{(i,j)} = (1,1) = 4$$

$$b_{(i,j)} = (0,1) = 4$$

$$c_{(i,j)} = (1,0) = 5$$

$$\begin{aligned} S \text{ Sokal \& Sneath} &= \frac{a}{a+2b+2c} \\ &= \frac{4}{4+2(4)+2(5)} \\ &= \frac{4}{22} \\ &= 0,2 \end{aligned}$$







Penjabaran rumus yang telah digunakan di atas merupakan suatu proses perhitungan manual untuk mencari nilai jarak antara pola yang telah dilatih dan diuji. Berdasarkan nilai yang sudah didapatkan melalui tahapan-tahapan tersebut akan menjadi pedoman *image similarity* (kemiripan citra) dengan pola *Tajwid* yang sudah ditanam di dalam sistem. Nilai *Sij* = 0,2

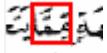

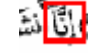
dengan menggunakan metode *Sokal & Sneath*. Hal ini menyatakan hukum Tajwid terdeteksi karena nilai jarak pola citra Tajwid berada diantara 0 hingga 1. Hukum tajwid akan terdeteksi apabila pola uji berada diantara 0 hingga 1.

4.2 Pengukuran Unjuk Kerja Sistem Pola Tajwid

Pengukuran unjuk kerja sistem adalah analisa peneliti untuk mengukur keakuratan kerja sistem deteksi citra pola tajwid ini dengan melakukan pelatihan pada setiap pola tajwid wajibul ghunnah di dalam surat Al-Waqiah yang kemudian diuji, sehingga dapat diketahui tingkat kebenaran maupun kesalahan deteksi pola tajwid tersebut.

Tabel 4.1 Hasil Unjuk Kerja Sistem Pendeteksi Citra hukum *Wajibul Ghunnah* Metode *Sokal & Sneath*

Citra Pola Tajwid	TP	TN	FN	FP	Sensitifity (TPR) $\frac{TP}{TP + FN}$	False Positif Rate (EPR) $\frac{FP}{FP + TN}$	Akurasi $\frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} \times 100$
 Nun Tasydid	2	0	0	0	1	0	100
 Mim Tasydid	3	0	0	0	1	0	100
 Nun Tasydid	2	0	0	0	1	0	100
 Nun Tasydid	2	0	0	0	1	0	100
 Nun Tasydid	2	0	0	0	1	0	100
 Nun Tasydid	1	0	0	0	1	0	100

Mim Tasydid							
 Mim Tasydid	2	0	0	0	1	0	100
 Nun Tasydid	2	0	1	0	0,66	0	66
 Nun Tasydid	1	0	3	0	0,25	0	25
Rata - Rata							87,88

Keterangan :

TP (*True Positive*) : Tajwid yang terdeteksi dengan benar sebagai tajwid

TN (*True Negative*) : Bukan tajwid yang terdeteksi benar sebagai bukan tajwid

FP (*False Positive*) : Tajwid yang tidak terdeteksi sebagai tajwid

FN (*False Negative*) : Bukan tajwid yang terdeteksi sebagai tajwid

Dapat disimpulkan dari tabel di atas bahwa sistem pendeteksi pola Tajwid Wajibul Ghunnah menggunakan metode *Sokal & Sneath* tidak mampu mencakup keseluruhannya dalam mendeteksi pola Tajwid latih, disebabkan masih adanya *false negatif* (bukan citra terdeteksi sebagai citra) pada proses pengujian.

Hasil observasi dan evaluasi hasil dari *research* (penelitian) yang penulis lakukan didapatkan sebuah kesimpulan bahwa rata-rata persentase keberhasilan proses pendeteksian pola Tajwid untuk hukum Wajibul Ghunnah adalah mencapai 88%.

V. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan pada penelitian ini didapatkan dari beberapa proses pelatihan dan pengujian berdasarkan sampel citra Al Quran untuk mendeteksi pola Tajwid hukum bacaan Wajibul Ghunnah yang terdapat di surat Al-Waqiah

dengan menggunakan metode *Sokal & Sneath*, maka hasil yang diperoleh dari beberapa proses penelitian dapat dirincikan sebagai berikut:

1. *Research* (penelitian) ini menunjukkan bahwa sistem pendeteksi pola tajwid wajibul ghunnah pada surat al-waqiah menggunakan metode sokal & sneath memiliki rata-rata *detection rate* 88%. Berdasarkan hasil persentase *detection rate* tersebut dapat dinyatakan bahwa metode ini dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan pola-pola Tajwid Al Quran dan mampu bekerja dengan baik.
2. Sampel citra Tajwid yang dijadikan pelatihan sangat berdampak terhadap tingginya persentase keberhasilan pendeteksian masing-masing pola. Sebagai masukannya sistem ini hanya ditujukan pada citra pola Tajwid Wajibul Ghunnah yang terdapat pada surat Al-Waqiah.
3. Faktor faktor kemiripan maupun perbedaan setiap citra pola Tajwid Wajibul Ghunnah menjadi salah satu kelemahan pada sistem ini, karena sistem pendeteksian memiliki nilai sensitifitas yang sangat tipis terhadap vektor-vektor pola Tajwid tersebut sehingga *false positive rate* akan muncul.

Beberapa saran dari penulis yaitu:

1. Sistem ini juga tidak bisa memungkirinya pentingnya guru untuk memahami ketentuan hukum bacaan Tajwid Al Quran yang baik dan benar, agar dapat mengantisipasi kesalahpahaman terhadap teori pembelajaran Tajwid Al Quran.
2. Selain itu, sistem pendeteksi Tajwid Al Quran ini juga bisa dibangun dan dikembangkan menggunakan video (*webcam*), atau bahkan diterapkan pada aplikasi *website* sehingga semua orang yang ingin mempelajari hukum-hukum Tajwid Al Quran kedepannya dengan mudah mengakses deteksi Tajwid dimapun dan kapanpun.

Daftar Pustaka

- Munandar, Imam. 2013. *Implementasi Algoritma Deteksi Tepi Untuk Menentukan Kualitas Surface Pada Mutiara Laut Dengan Menggunakan Metode Sobel*(Study Kasus PT. Autore Pearl Farm Show Room).
- Gazali, Wikaria. at al 2012. *Penerapan Metode Konvolusi Dalam Pengolahan Citra Digital*. Jurnal Matematika dan Statistik Vol 12 No 2, Juli, 2012.
- Fadhilah, Cut. 2015. *Sistem Pendeteksi Pola Tajwid Al-Qur'an Hukum Idgham Bighunnah dan Idgham Bilaghunnah pada Citra Menggunakan Metode Nei and Li*.

- Mulya, Megah and Abdiansyah. *Penerapan Multi-threading untuk Meningkatkan Kinerja Pengolahan Citra Digital*. Jurnal Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya Vol 8 No 2, September 2013.
- Wakhidah, Nur. 2012. *Deteksi Plat Nomor Kendaraan Bermotor Berdasarkan Area pada Image Segmentation*. Jurnal Transinformatika, Vol 9 No 2 Januari, 2012.
- Ramli Nazirah, 2014. *Ranking Fuzzy Numbers based on Sokal and Sneath Index with Hurwicz Criterion*. Departemen Matematika Dan Statistik, Fakultas Komputer Dan Matematika Ilmu Pengetahuan, Universiti Teknologi MARA Pahang, 26400 Bandar Jengka, Pahang, Malaysia