

SISTEM PENDETEKSIAN POLA TAJWID PADA CITRA AL-QUR'AN MENGGUNAKAN ALGORITMA *BIDIRECTIONAL ASSOCIATIVE MEMORY*

Lidya Rosnita ¹⁾, Muhammad Zarlis ²⁾, Syahril Efendi ³⁾

Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Sumatera Utara ^{1,2,3)}

Jalan Universitas No. 24A Kampus USU Medan 20155

E-mail: lidya.coretz@gmail.com

Abstrak

Pada umumnya didalam dunia pengolahan citra untuk mengenali sebuah pola dapat diberikan beberapa pelatihan terlebih dahulu. Didalam penelitian ini pendeteksian pola tajwid pada citra Al-Qur'an menggunakan empat pola tajwid iqlab, dengan algoritma Bidirectional Associative Memory yang kemudian akan diukur unjuk kerjanya berdasarkan delapan nilai sensitif yang berbeda. Berdasarkan hasil kompleksitas algoritma, sistem pendeteksian pola tajwid pada citra Al-Qur'an menggunakan algoritma Bidirectional Associative Memory memiliki kompleksitas sebesar $T(n) = \Theta(n)$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendeteksian pola tajwid pada citra Al-Qur'an menggunakan algoritma Bidirectional Associative Memory memiliki kisaran true detection sebesar 72 % hingga 84 %.

Kata kunci : *Bidirectional Associative Memory, true detection, pendeteksian pola.*

1. PENDAHULUAN

Al-Qur'an adalah kitab suci umat islam dan Al-Qur'an ditulis dalam bahasa arab (Arshad, 2013). Bagi muslim, Al-Qur'an merupakan firman Allah yang diwahyukan kepada Nabi Muhammad SAW melalui malaikat jibril dengan lafal dan maknanya. Al-Qur'an merupakan mukjizat Nabi Muhammad SAW yang sangat berharga bagi umat Islam hingga saat ini. Di dalamannya terkandung petunjuk dan pedoman bagi umat manusia dalam mencapai kebahagiaan hidup baik di dunia maupun di akhirat.

Dalam membaca Al-Qur'an agar dapat mempelajari, memahami isi dan makna dari setiap ayat Al-Qur'an yang dibaca, tentunya perlu mengenal dan mempelajari ilmu tajwid, yakni tanda-tanda baca di dalam setiap huruf ayat Al-Qur'an. Guna tajwid ialah sebagai alat untuk mempermudah, mengetahui panjang pendek, melafazkan dan hukum dalam membaca Al-Qur'an. Ilmu tajwid ialah pengetahuan tentang kaidah serta cara-cara membaca Al Qur'an dengan sebaik-baiknya. Tujuan ilmu tajwid ialah memelihara bacaan Al Qur'an dari kesalahan dan perubahan serta memelihara lisan (mulut) dari kesalahan membaca (Zarkasyi, 1987).

Jaringan syaraf tiruan telah dipercaya sebagai metode yang berguna untuk menyelesaikan berbagai macam tipe permasalahan, salah satunya yaitu pengenalan pola. Pola yang dimaksudkan di sini dapat berupa simbol, karakter, atau bentuk-bentuk lain yang dapat dipakai untuk dijadikan kode privasi seperti sidik jari, deteksi retina, deteksi wajah, deteksi karakter, dan lain sebagainya.

Dalam pendeteksian karakter, banyak algoritma yang dapat digunakan untuk mengenali pola karakter tersebut, diantaranya yaitu algoritma *Bidirectional Associative Memory* (BAM). Algoritma BAM adalah model jaringan syaraf yang memiliki dua lapisan, yaitu lapisan *input* dan lapisan *output* yang mempunyai hubungan timbal balik antara keduanya. Hubungan ini bersifat bidirectional, artinya jika bobot matriks dari sinyal yang dikirim dari lapisan *input* X ke lapisan *output* Y adalah W, maka bobot matriks dari sinyal yang dikirim dari lapisan *output* Y ke lapisan *input* X adalah W^T (Sutojo, T. et.al., 2011). Algoritma BAM memungkinkan agar

komputer mampu mengenali pola yang kurang bagus dengan cara membandingkan pola masukan dengan pola yang telah tersimpan didalam komputer.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Singh, et.al (2009) dalam jurnalnya yang berjudul *Bidirectional Associative Memory Neural Network Method in The Character Recognition*, melakukan penelitian menggunakan *Bidirectional Associative Memory* untuk pengenalan pola abjad inggris (A-Z). Pendekatan optimal arsitektur jaringan ini telah ditemukan, sehingga benar dapat mengklasifikasi atau mengenali pola yang disimpan. Ketika bobot yang bervariasi secara acak untuk efek pada *noise*, ketika angka acak yang ditambahkan dalam matriks bobot hanya karakter A telah diakui benar. Ketika nomor acak ditambahkan setelah dibagi dengan 10 dalam matriks bobot, dari semua enam karakter diakui dengan benar. Dalam BAM pola *input* terdistorsi mungkin juga menyebabkan *heteroassociation* secara benar pada *output*. Simetri logis dari interkoneksi sangat menghambat efisiensi BAM dipenyimpanan pola dan kemampuan pemanggilan. Juga membatasi penggunaannya untuk representasi pengetahuan dan inferensi. Ada batasan pada angka dari pasangan pola, yang dapat disimpan dan berhasil diambil.

Pada penelitian ini, pengenalan tajwid *automatic* haruslah memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Setiap mushaf Al-Qur'an yang ada didunia memiliki tidak jauh berbeda polanya antara satu mushaf ke mushaf yang lain. Dengan pola yang tidak jauh berbeda mengakibatkan proses belajar yang diperlukan dapat tanpa melakukan pengawasan (*unsupervised*).
2. Komputasi yang digunakan adalah komputasi yang dapat dikembangkan untuk sistem-sistem pendeteksian pola *real time*.
3. Algoritma yang digunakan bersifat peniruan perilaku manusia. Untuk itu komputasi dapat *flexible* dalam peniruan otak manusia.

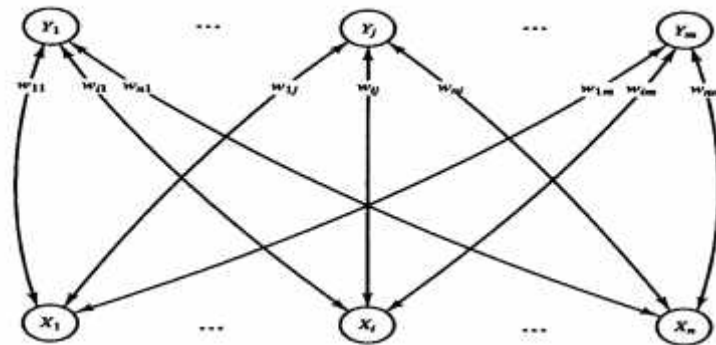
Berdasarkan kriteria tersebut, algoritma Bidirectional Associative Memory (BAM) dapat memenuhi ke tiga syarat tersebut dalam membangun pola tajwid pada citra Al-Qur'an. Alasan pemilihan algoritma Bidirectional Associative Memory (BAM) dikarenakan pada model ini struktur neuron yang digunakan tidak begitu kompleks dan iterasi komputasi yang diperlukan untuk menyesuaikan bobot pelatihan tidak terlalu panjang.

Sistem pendeteksian pola umumnya menggunakan rumpun jaringan yang *supervised*, sehingga memerlukan jumlah data yang besar pada tahap pelatihan untuk mengenal hanya beberapa pola. Disisi lain, dengan mendapatkan data yang besar untuk pelatihan akan menambah waktu yang lebih lama. Oleh karena itu akan sangat menyulitkan bagi peneliti untuk mengukur unjuk kerja algoritma BAM berdasarkan delapan nilai sensitif yang berbeda dalam sistem pendeteksian pola tajwid iqlab pada citra Al-Qur'an.

2. METODE PENELITIAN

2.1 BIDIRECTIONAL ASSOCIATIVE MEMORY

Model BAM memiliki jaringan syaraf dari dua lapisan dan terhubung sepenuhnya dari setiap lapisan yang lain. Artinya, ada hubungan timbal balik antara dari lapisan *output* ke lapisan *input* (Rao, 1995). BAM sebagai model *neural network* memiliki kelebihan yaitu dapat memproses input yang tidak lengkap (*incomplete input* atau *input with noise*). Adapun kelemahan BAM adalah terletak pada kapasitas memori yang sangat kecil. Gambar 2.1 memperlihatkan arsitektur BAM.



Gambar 2.1. Arsitektur *Bidirectional Associative Memory*

Seperti yang terlihat pada gambar diatas, bahwa arsitektur jaringan ini terdiri dari dua lapisan neuron yaitu, *input* dan *output*. Informasi dari jaringan ini dapat masuk dalam dua arah (dari *input* ke *output* dan kembali dari *output* ke *input*). Masing-masing lapisan tersebut dihubungkan dengan vektor bobotnya. Iterasi jaringan dilakukan dengan pengiriman sinyal keluar dan kembali diantara kedua lapisan, sehingga semua neuron yang menyusun jaringan memiliki nilai yang seimbang.

Pada jaringan *Bidirectional Associative Memory* (BAM) ini interaksi antara kedua lapisan terjadi secara *bidirectional* yaitu:

1. Jika jaringan mengirim sinyal dari X-layer ke Y-layer maka bobot jaringan dituliskan sebagai vektor berbentuk W .
2. Jika jaringan mengirim sinyal dari Y-layer ke X-layer maka bobot jaringan dituliskan sebagai vektor bentuk W^T .

Algoritma jaringan syaraf tiruan *Bidirectional Associative Memory* (BAM) adalah sebagai berikut:

Langkah 0: inialisasi bobot untuk disimpan pada P vektor.

Langkah 1: untuk masing-masing masukan, lakukan langkah 2-6.

Langkah 2a: berikan pola masukan x pada X-layer (dengan pensettingan aktivasi pada pola masukan X terlebih dahulu).

Langkah 2b: berikan pola masukan y pada Y-layer (dengan pemberian nilai yang lain dari pola masukan X).

Langkah 3: saat nilai aktivasi tidak dapat ditemukan, lakukan langkah 4-6.

Langkah 4: perbaharui aktivasi pada unit *neuron* Y-layer, dengan cara:

$$\text{Hitung jaringan input : } Y_{inj} = \sum_i W_{ij} X_i \quad \dots\dots (2.1)$$

Hitung aktivasi $y_j = f(Y_{inj})$

Kemudian kirim sinyal ke X-layer

Langkah 5: perbaharui aktivasi pada unit *neuron* X-layer, dengan cara:

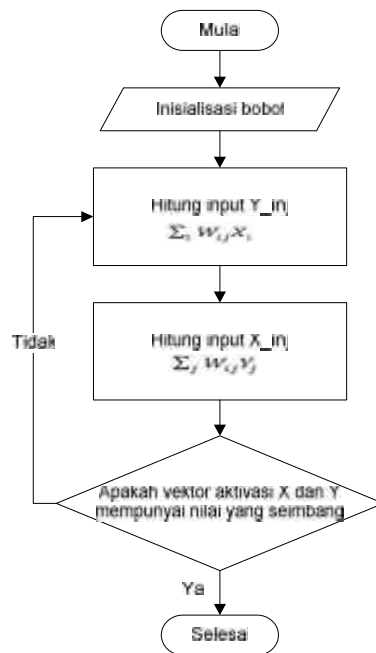
$$\text{Hitung jaringan input : } X_{inj} = \sum_j W_{ji} Y_j \quad \dots\dots (2.2)$$

Hitung aktivasi $x_i = f(X_{inj})$

Kemudian kirim sinyal ke Y-layer

Langkah 6: lakukan test kembali, jika vektor aktivasi x dan y mempunyai nilai yang seimbang, maka hentikan proses test; jika tidak lakukan kembali.

Dimana diagram alir dari algoritma tersebut ditunjukkan pada gambar berikut:

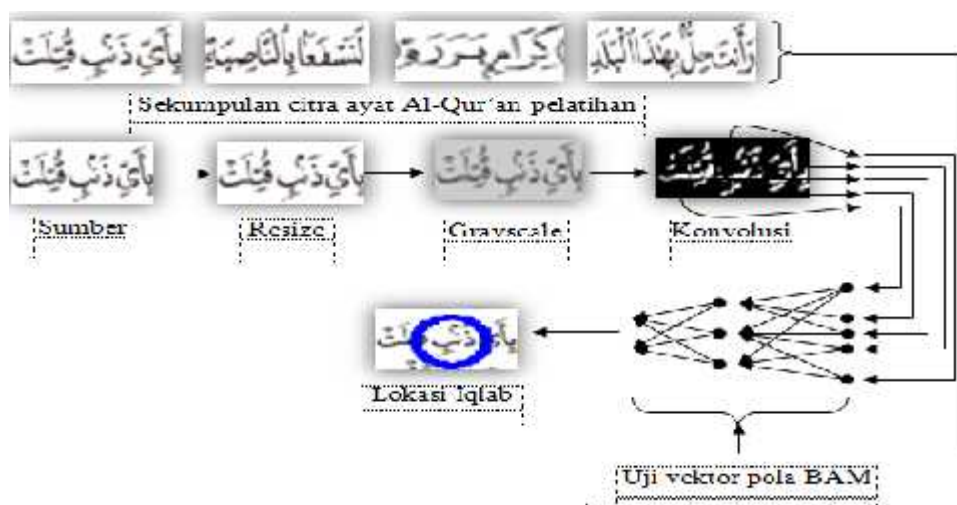


Gambar 2.2. Diagram Alir Algoritma *Bidirectional Associative Memory*

Pada tahap ini, jaringan menerima inputan struktur pola. Struktur pola inputan merupakan sebarisan pola tepi-tepi objek yang mungkin mengandung tajwid atau bukan tajwid, dan selanjutnya jaringan melakukan perhitungan input Y_{inj} . Setelah perhitungan input Y_{inj} dilakukan, jaringan melakukan perhitungan input X_{inj} . Langkah-langkah ini terus diulang hingga tercapai nilai aktivasi yang seimbang.

2.2 SKEMA SISTEM

Skema sistem pendeteksian pola tajwid yang dibangun dalam penelitian ini diilustrasikan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Skema Sistem Pendeteksian Pola Tajwid Menggunakan Algoritma BAM

Adapun tahapan yang dilakukan setelah sistem menerima *input* citra Al-Qur'an adalah tahapan *resize*, *grayscale*, *konvolusi*, uji pengenalan pola ayat Al-Qur'an menggunakan *Bidirectional Associative Memory* (BAM). Pada tahap *pre-processing*, sumber citra yang menjadi

inputan akan di-*resize* terlebih dahulu untuk menghemat waktu dan jumlah iterasi. Setelah *resizing*, citra akan direpresentasikan dalam bentuk satu kanal, dan diakhiri dengan pendeteksian tepi melalui proses konvolusi. Pada proses utama, komputasi menggunakan algoritma BAM, vektor pola ayat Al Qur'an akan dilatih untuk mendapatkan sebuah matriks bobot, yang selanjutnya matriks bobot tersebut digunakan sebagai matriks pengujian (Rosnita, 2016).

2.3 PARAMETER PENGUKURAN EVALUASI UNJUK KERJA SISTEM

Pengukuran evaluasi unjuk kerja sistem pendeteksian pola tajwid pada citra Al-Qur'an pada umumnya menggunakan dua parameter, yaitu *true detection* dan *false detection*. *True detection* merupakan perbandingan atau presentase jumlah pola tajwid iqlab yang berhasil dideteksi per seluruh jumlah pola tajwid iqlab yang diuji, sedangkan *false detection* adalah jumlah objek bukan pola tajwid iqlab yang dideteksi sebagai pola tajwid iqlab.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL DETEKSI CITRA AL-QUR'AN

Citra Al-Qur'an yang digunakan didalam penelitian ini adalah citra Al-Qur'an surat Ali-Imran yang memiliki karakteristik vektor citra Al-Qur'an yang berbeda. Didalam hasil deteksi tajwid pada citra Al-Qur'an, pengujian sistem menggunakan empat pola. Pola yang pertama adalah apabila nun mati () bertemu dengan huruf ba (), pola yang kedua adalah apabila tanwin fattah () bertemu dengan huruf ba (), pola yang ketiga adalah apabila tanwin kasrah () bertemu dengan huruf ba (), dan pola yang keempat adalah apabila tanwin dhammah () bertemu dengan huruf ba (). Gambar 3.1 menunjukkan beberapa hasil pendeteksian citra Al-Qur'an secara benar (*true detection*), sedangkan gambar 3.2 menunjukkan beberapa hasil pendeteksian citra Al-Qur'an yang salah (*false detection*).



Gambar 3.1. Beberapa Hasil *True Detection* Pada Citra Al-qur'an

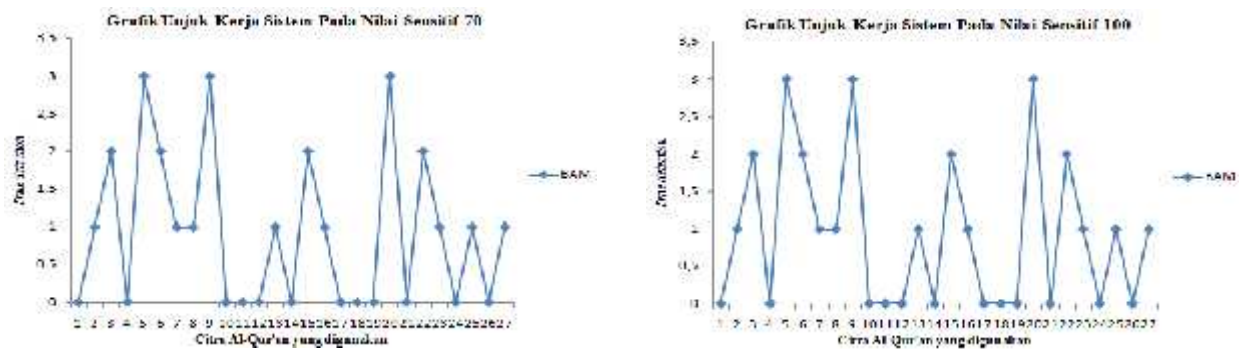


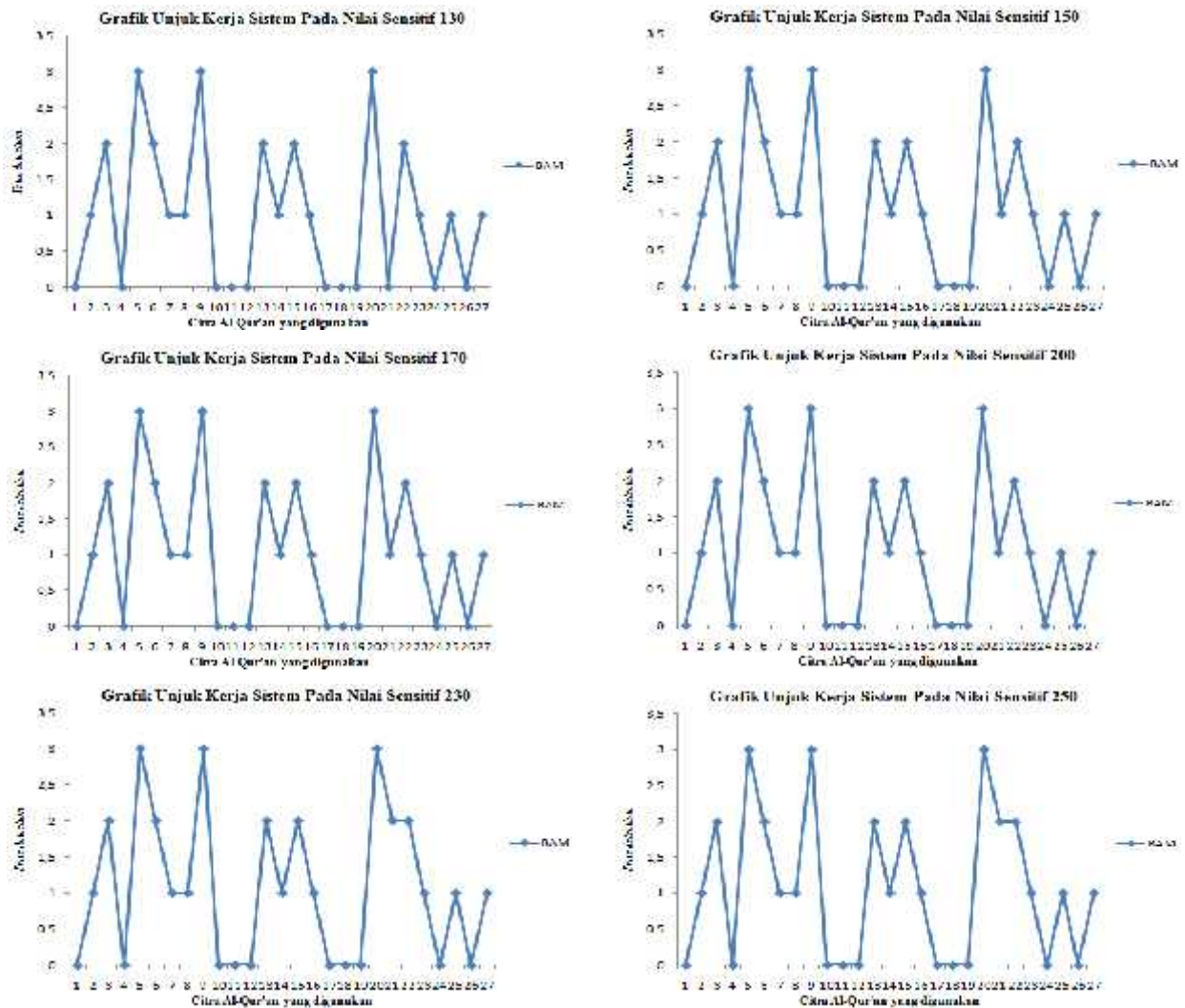
Gambar 3.2. Beberapa Hasil False Detection Pada Citra Al-qur'an

3.2 PENGUKURAN UNJUK KERJA SISTEM

Pengukuran unjuk kerja sistem dilakukan secara bertahap. Pada nilai sensitif 70, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 72%. Pada nilai sensitif 100, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 72%. Pada nilai sensitif 130, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 78%. Pada nilai sensitif 150, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 81%. Pada nilai sensitif 170, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 81%. Pada nilai sensitif 200, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 81%. Pada nilai sensitif 230, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 84%. Pada nilai sensitif 250, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 84%.

Gambar dibawah ini mengilustrasikan hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian pola tajwid pada citra Al-Qur'an dengan delapan nilai sensitif yang berbeda menggunakan algoritma *Bidirectional Associative Memory*.





Gambar 3.3. Grafik Unjuk Kerja Sistem Dengan Delapan Nilai Sensitif Yang Berbeda

Secara keseluruhan keempat pola tajwid yang memiliki delapan nilai sensitif dapat dirangkum dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1. Tabel keseluruhan pola dengan delapan nilai sensitif

No	Nilai Sensitif	Algoritma Bidirectional Associative Memory
1	Sensitif 70	True Detection
		False Detection
2	Sensitif 100	True Detection
		False Detection
3	Sensitif 130	True Detection
		False Detection

No	Nilai Sensitif		Algoritma <i>Bidirectional Associative Memory</i>
4	Sensitif 150	<i>True Detection</i>	28
		<i>False Detection</i>	2
5	Sensitif 170	<i>True Detection</i>	28
		<i>False Detection</i>	10
6	Sensitif 200	<i>True Detection</i>	28
		<i>False Detection</i>	56
7	Sensitif 230	<i>True Detection</i>	29
		<i>False Detection</i>	529
8	Sensitif 250	<i>True Detection</i>	29
		<i>False Detection</i>	969

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai sensitif suatu citra, maka semakin besar pula kemungkin kesalahan pendeteksian yang akan terjadi pada citra tersebut. Gambar 3.4 menunjukkan grafik keseluruhan dari delapan nilai sensitif yang digunakan.



Gambar 3.4. Grafik Keseluruhan Pola Dengan Delapan Nilai Sensitif Yang Berbeda

3.3 HASIL PERHITUNGAN KOMPLEKSITAS BIG THETA (θ)

Untuk mengetahui keefektifan algoritma melakukan pendeteksian pola tajwid pada citra Al-Qur'an, maka dibutuhkan perhitungan kompleksitas waktu. Pada tabel 3.2 perhitungan kompleksitas big theta menggunakan algoritma BAM.

Tabel 3.2. Perhitungan big theta algoritma BAM

Baris	Pseudocode	T(n)		
		C	#	C#
1	procedure TForm2.Button12Click(Sender: TObject);	C		
2	var	C ₁	1	C ₁
3	i,j : integer;	C ₂	1	C ₂
4	x,y : integer;	C ₂	1	C ₂
5	bobot : byte;	C ₃	1	C ₃
6	pos_x,pos_y : integer;	C ₂	1	C ₂
7	begin	C ₄	1	C ₄
8	pos_y:=0;	C ₅	1	C ₅
9	NamaArsip:='bitB.txt';	C ₆	1	C ₆
10	AssignFile(Fi,NamaArsip);	C ₇	1	C ₇
11	rewrite(Fi);	C ₈	1	C ₈
12	for j:=Y_atas to Y_baw-1 do	C ₉	n	n(C ₉)
13	begin	C ₄	1	C ₄
14	i:=X_atas;	C ₁₀	n	n(C ₁₀)
15	inc(pos_y,1);	C ₁₁	1	C ₁₁
16	pos_x:=1;	C ₁₂	n	n(C ₁₂)
17	repeat	C ₁₃	n	C ₁₃
18	x:=t_edge[j,i];	C ₁₄	n	n(C ₁₄)
19	if x=0 then y:=1 else y:=0;	C ₁₅	n	n(C ₁₅)
20	if x=0 then x:=-1 else x:=1;	C ₁₅	n	n(C ₁₅)
21	bobot:=x+y;	C ₁₆	n	n(C ₁₆)
22	templating1[pos_y,pos_x]:=bobot;	C ₁₇	n	n(C ₁₇)
23	inc(i,1);	C ₁₁	1	C ₁₁
24	inc(pos_x,1);	C ₁₁	1	C ₁₁
25	writeln(Fi,inttostr(templating1[pos_y,pos_x]));	C ₁₈	1	C ₁₈
26	inc(i,1);	C ₁₁	1	C ₁₁
27	inc(pos_x,1);	C ₁₁	1	C ₁₁
28	until i >= X_baw-1;	C ₁₉	n	n(C ₁₉)
29	end;	C ₂₀	1	C ₂₀
30	CloseFile(Fi);	C ₂₁	1	C ₂₁
31	end;	C ₂₀	1	C ₂₀

$$\begin{aligned}
 T(n) &= C_1 + C_2 + C_2 + C_3 + C_2 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_8 + n(C_9) + C_4 + n(C_{10}) \\
 &\quad C_{11} + n(C_{12}) + n(C_{13}) + n(C_{14}) + n(C_{15}) + n(C_{15}) + n(C_{16}) + n(C_{17}) + C_{11} + \\
 &\quad C_{11} + C_{18} + C_{11} + C_{11} + n(C_{19}) + C_{20} + C_{21} + C_{20} \\
 &= C_1 + 3C_2 + C_3 + 2C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + 2C_8 + n(C_9) + n(C_{10}) + 5C_{11} + (C_{12}) + \\
 &\quad nC_{13} + n(C_{14}) + 2n(C_{15}) + n(C_{16}) + n(C_{17}) + C_{18} + n(C_{19}) + 2C_{20} + C_{21} \\
 &= \theta(n)
 \end{aligned}$$

Dari table diatas dapat dilihat bahwa algoritma BAM memiliki kompleksitas sebesar T(n) = $\theta(n)$.

4. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian menunjukkan sistem pendeteksian pola tajwid pada citra Al-Qur'an menggunakan algoritma *Bidirectional Associative Memory* memiliki kisaran *true detection* sebesar 72% hingga 84%. Pada pengujian dengan nilai sensitif 70 dan nilai sensitif 100, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian sebesar 72%. Pada pengujian dengan nilai sensitif 130, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 78%. Pada pengujian dengan nilai sensitif 150, nilai sensitif 170, dan nilai sensitif 200, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 81%. Sedangkan pada pengujian dengan nilai sensitif 230 dan nilai sensitif 250, keempat pola tajwid yang digunakan memiliki tingkat keakurasian 84%. Persentase *true detection* tersebut menunjukkan bahwa algoritma *Bidirectional Associative Memory* dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk pendeteksian pola tajwid pada citra Al-Qur'an dengan kompleksitas sebesar $T(n) = \theta(n)$.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arshad, N.W. *Makhraj Recognition for Al-Quran Recitation using MFCC*. International Journal of Intelligent Information Processing(IJIIP). Volume4, Number2, June 2013.
- Cormen, T.H., et.al. 2009. *Introduction to Algorithms*. Thrid Edition. London: The MIT Press.
- Fadlisyah. 2014. *Sistem Pendeteksian Wajah Pada Video Menggunakan Jaringan Adaptive Linear Neuron (ADALINE)*. Tesis, Fakultas Teknik: Universitas Sumatra Utara.
- Pandjaitan, L.W. 2007. *Dasar-dasar Komputasi Cerdas*. Yogyakarta: Andi.
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Andi.
- Rao, V.B. 1995. *C++ Neural Networks and Fuzzy Logic: Preface*. MTBooks, IDG Books Worldwide, Inc.
- Rosnita, Lidya. 2016. *Unjuk Kerja Algoritma BAM dan Algoritma FAM Untuk Sistem Pendeteksian Pola Tajwid Pada Citra Al-Qur'an*. Tesis, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi: Universitas Sumatera Utara.
- Singh, Y.P., et.al. 2009. *Bidirectional Associative Memory Neural Network Method In The Character Recognition*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology.
- Sutojo, T. , et.al. 2010. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Zarkasyi, I. 1987. *Pelajaran Tajwid Qaidah Bagaimana Mestinya Membaca Al Qur'an*. Gontor: Trimurti Gontor Ponorogo.