



SISTEM PENDETEKSI POLA IDGHAM PADA CITRA AL-QUR'AN MENGUNAKAN *BINARY SIMILARITY AND DISTANCE MEASURES (BSDM)*

Fadlisyah

Teknik Informatika Universitas Malikussaleh Lhokseumawe

Jl. Kampus Unimal BI Blang Pulo, Aceh Utara, Indonesia

Email: ffadlisyah@gmail.com

ABSTRAK

Hukum bacaan pada citra Qur'an secara visual membentuk berbagai pola. Salah satu hukum bacaan yang dipilih untuk dijadikan objek dalam penelitian ini adalah pola idgham. Pola idgham terbentuk apabila pola nun mati (نْ) atau tanwin (ـن, ـة, ـو) bertemu dengan huruf lam (ل), ra (ر), wau (و), mim (م), nun (ن), dan ya (ي). Pada penelitian ini, pola idgham akan dideteksi melalui teknik-teknik pengolahan citra dan selanjutnya pengukuran kelas pola dilakukan dengan menggunakan metode *Binary Similarity And Distance Measures (BSDM)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi pola menggunakan *Binary Similarity And Distance Measures (BSDM)* melalui formula *3W-Jaccard* memiliki detection rate berkisar dari 65% hingga 90%. Persentase detection rate tersebut menunjukkan bahwa formula *3W-Jaccard* dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk pendeteksian pola-pola yang sejenis. Keunggulan formula *3W-Jaccard* adalah kemampuan pengenalan pola dengan jumlah data referensi yang tidak terlalu besar, sangat tepat untuk diterapkan pada sistem.

Kata kunci: *Binary Similarity And Distance Measures (BSDM)*, *3W-Jaccard*

Pendahuluan

Ilmu tajwid merupakan bagian dari ilmu ulumul Quran yang perlu dipelajari, mengingat ilmu ini berkaitan dengan bagaimana seseorang dapat membaca Al – Quran dengan baik. Tajwid (تَجْوِيدُ) merupakan bentuk masdar, berakar dari fiil madhi (جَوَدَ) yang berarti “membaguskan“. Ilmu tajwid adalah ilmu yang berguna untuk mengetahui bagaimana cara melafalkan huruf yang benar dan di benarkan, baik berkaitan dengan sifat, mad, dan sebagainya, misalnya Tarqiq, Tafhim dan selain keduanya. Ada berbagai macam hukum bacaan tajwid dalam Al-Qur'an. Di antaranya hukum nun sukun dan tanwin, hukum mim sukun, hukum mim dan nun bertasydid, hukum mad, hukum idgham shagir, dan qalqalah. Hukum nun sukun dan tanwin terdiri dari idgham halqi, idgham bighunnah dan idgham bilaghunnah, iqlab, dan ikhfa hakiki. Kemudian, hukum mim sukun terdiri dari ikhfa syafawi, idgham mitslain, dan izhar syafawi. Selanjutnya, pada hukum mad terdiri dari mad ashli dan mad far'i, sedangkan hukum idgham shagir terdiri dari idgham mutamatsilain, idgham mutajanisain, dan idgham mutaqaribain. Sementara itu, hukum qalqalah terdiri dari qalqalah sugra dan qalqalah kubra [1].

Berbagai hukum-hukum bacaan yang dijelaskan di atas secara visual membentuk berbagai macam pola yang dapat dijadikan objek dalam penelitian di bidang pengolahan citra [2]. Salah satu hukum bacaan yang dijadikan objek dalam penelitian ini adalah pola idgham. Idgham secara harfiah berarti memasukkan atau melebur, sedangkan menurut istilah adalah meleburkan nun mati (نْ) atau tanwin (ـً, ـٍ, ـٌ) menjadi satu huruf bertasydid apabila bertemu dengan huruf idgham, yaitu huruf lam (ل), ra (ر), wau (و), mim (م), nun (ن), dan ya (ي). Bacaan idgham terbagi menjadi dua jenis, yaitu idgham bighunnah dan idgham bilaghunnah. Idgham bighunnah merupakan hukum bacaan Al Quran yang cara membacanya dilakukan dengan dengung (ghunnah) apabila nun mati (نْ) atau tanwin (ـً, ـٍ, ـٌ) bertemu dengan salah satu dari empat huruf idgham bighunnah, yaitu wau (و), mim (م), nun (ن), ya (ي). Idgham bilaghunnah adalah hukum bacaan yang dibaca dengan cara memasukkan atau melebur tanpa berdengung. Hukum bacaan ini terjadi ketika nun mati (نْ) atau tanwin (ـً, ـٍ, ـٌ) bertemu dengan salah satu huruf idgham bilaghunnah yaitu ra (ر) dan lam (ل) [1].

Pada penelitian ini, berbagai pola idgham akan dideteksi melalui teknik-teknik pengolahan citra dan pengukuran kelas pola menggunakan metode *Binary Similarity And Distance Measures* (BSDM). Untuk itu dipilih formula yang efisien baik dalam pembelajaran pola atau dalam pengujian pola. formula yang digunakan dalam penelitian pendeteksian pola ini adalah *3W-Jaccard*.

Citra

Citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Secara matematis fungsi intensitas cahaya pada bidang dua dimensi dinotasikan sebagai $f(x, y)$, di mana (x, y) merupakan koordinat pada bidang dua dimensi, dan $f(x, y)$ merupakan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Karena cahaya merupakan bentuk energi, maka intensitas cahaya bernilai $0 \leq f(x, y) \leq \infty$. Nilai $f(x, y)$ merupakan hasil kali dari $i(x, y)$ dengan $r(x, y)$, di mana, $i(x, y)$ merupakan jumlah cahaya yang berasal dari sumber cahaya, nilainya antara 0 sampai tidak terhingga, dan $r(x, y)$ merupakan derajat kemampuan objek memantulkan cahaya, nilainya berkisar 0 hingga 1.

Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi, dan citra yang dihasilkan merupakan citra digital [3].

Grey-Scale

Sebelum citra video 24 bit (RGB) dimanipulasi dengan berbagai operasi tertentu, biasanya, citra dikonversikan dahulu menjadi citra grey-scale. Penkonversian ini

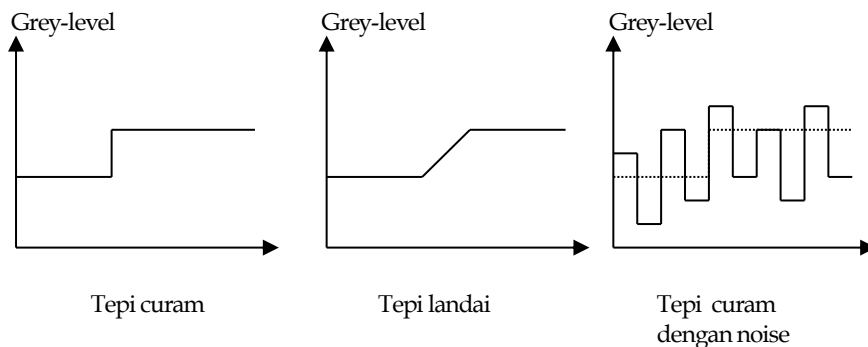
bertujuan agar citra tersebut dapat dimanipulasi secara efisien tanpa perlu terjadinya perhitungan yang sama berulang-ulang pada setiap kanal citra [4].

Untuk mengkonversi citra RGB menjadi citra grey-scale, kita gunakan formulasi berikut :

$$bit_{RGB}(x, y) = 0,11 \times bit_R(x, y) + 0,59 \times bit_G(x, y) + 0,3 \times bit_B(x, y)$$

Edge-Detection

Tepi (edge) didefinisikan sebagai perubahan intensitas grey-level secara mendadak, dalam jarak yang singkat. Ada tiga macam tepi (edge) yang sering muncul di dalam citra digital : tepi curam, tepi landai, dan tepi yang mengandung noise [5].



Gambar 1 Jenis-jenis tepi

Untuk mendeteksi keberadaan tepi-tepi pada citra digunakan berbagai teknik Operator Sobel .

Tinjau berbagai pixel di sekitar pixel (x, y)

$$a_0 \quad a_1 \quad a_2$$

$$a_7 \quad (x, y) \quad a_3$$

$$a_6 \quad a_5 \quad a_4$$

Operator sobel merupakan magnitudo dari gradien

$$M = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$$

Turunan parsial dihitung dengan

$$s_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$$

$$s_y = (a_0 + ca_1 + a_{22}) - (a_6 + ca_5 + a_4)$$

dengan konstanta $c = 2$. dalam bentuk *mask*, s_x dan s_y dapat dinyatakan sebagai :

$$s_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } s_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Binary Similarity And Distance Measures (BSDM)

Algoritma similarity biner dan algoritma pengukuran distance telah memainkan peranan penting dalam pengenalan pola dan penganalisaan pola seperti klasifikasi, identifikasi, klustering, pengenalan, deteksi, dan lain-lain.

Algoritma similarity biner dan algoritma pengukuran distance biasanya didefinisikan melalui tabel *Operational Taxonomic Units* (OTUs). Asumsikan terdapat dua vektor pola i dan j, maka terdapat suatu variabel a dengan ketentuan nilai vektor pola i dan nilai vektor j pada posisi yang sama yang bernilai [1,1], dimana vektor pola i dan j memiliki n atribut atau dimensi yang sama. Kondisi kecocokan a diistilahkan juga sebagai kondisi kecocokan positif. Untuk nilai b merupakan jumlah dari relasi vektor pola i dan vektor pola j yang memenuhi kondisi [0,1], c memenuhi kondisi [1,0], dan d adalah [0,0]. Kondisi kecocokan d diistilahkan juga sebagai kondisi kecocokan negatif [4]. Tabel 1 mempresentasikan hubungan vektor pola i dan vektor pola j dalam bentuk presentasi *Operational Taxonomic Units* (OTUs).

Tabel 1 *Operational Taxonomic Units* (OTUs)

$j \backslash i$	1 (Presence)	0 (Absence)	Sum
1 (Presence)	$a = i \bullet j$	$b = \bar{i} \bullet j$	$a+b$
0 (Absence)	$c = i \bullet \bar{j}$	$d = \bar{i} \bullet \bar{j}$	$c+d$
Sum	$a+c$	$b+d$	$n=a+b+c+d$

Formula yang berkenaan dengan similarity biner dan algoritma pengukuran distance berjumlah 76 formula, keseluruhan formula disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Daftar Formula

No	Algoritma	Bentuk Persamaan
1	Jaccard	$S = \frac{a}{a+b+c}$
2	Dice	$S = \frac{2a}{2a+b+c}$

3	Czekanowski	$S = \frac{2a}{2a+b+c}$
4	3W-Jaccard	$S = \frac{3a}{3a+b+c}$
5	Nei & Li	$S = \frac{2a}{(a+b)+(a+c)}$
6	Sokal Sneath I	$S = \frac{2a}{(a+2b+2c)}$
7	Sokal Michener	$S = \frac{a+d}{(a+b+c+d)}$
8	Sokal Sneath II	$S = \frac{2(a+d)}{(2a+b+c+2d)}$
9	Roger Tanimoto	$S = \frac{a+d}{(a+2(b+c)+d)}$
10	Faith	$S = \frac{a+0.5d}{(a+b+c+d)}$
11	Gower Legendre	$S = \frac{a+d}{(a+0.5(b+c)+d)}$
12	Intersection	$S = a$
13	Innerproduct	$S = a+d$
14	Russel Rao	$S = \frac{a}{(a+b+c+d)}$
15	Hamming	$D = b+c$
16	Euclid	$D = \sqrt{b+c}$
17	Squared Euclid	$D = \sqrt{(b+c)^2}$
18	Canberra	$D = (b+c)^{\frac{2}{3}}$
19	Manhattan	$D = b+c$
20	Mean Manhattan	$D = \frac{b+c}{(a+b+c+d)}$

21	Cityblock	$D = b + c$
22	Minkowski	$D = (b + c)^{1/4}$
23	Vari	$D = \frac{b + c}{4(a + b + c + d)}$
24	Size difference	$D = \frac{(b + c)^2}{(a + b + c + d)^2}$
25	Shape difference	$D = \frac{n(b + c) - (b - c)^2}{(a + b + c + d)^2}$
26	Pattern difference	$D = \frac{4bc}{(a + b + c + d)^2}$
27	Lance Williams	$D = \frac{b + c}{(2a + b + c)}$
28	Bray & Curtis	$D = \frac{b + c}{(2a + b + c)}$
29	Hellinger	$D = 2 \sqrt{1 - \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}}$
30	Chord	$D = \sqrt{2 \left(1 - \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}} \right)}$
31	Cosine	$S = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}^2$
32	Gilbert & Wells	$S = \log a - \log n - \log \left(\frac{a+b}{n} \right) - \log \left(\frac{a+c}{n} \right)$
33	Ochiai I	$S = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$
34	Forbes I	$S = \frac{na}{(a+b)(a+c)}$

35	Fossum	$S = \frac{n(a-0.5)^2}{(a+b)(a+c)}$
36	Sorgenfrei	$S = \frac{a^2}{(a+b)(a+c)}$
37	Mountford	$S = \frac{a}{0.5(ab+ac)+(bc)}$
38	Otsuka	$S = \frac{a}{((a+b)(a+c))^2}$
39	Mc Connaughey	$S = \frac{a^2 - bc}{(a+b)(a+c)}$
40	Tarwid	$S = \frac{na - (a+b)(a+c)}{na + (a+b)(a+c)}$
41	Kulczynski II	$S = \frac{\frac{a}{2}(2a+b+c)}{(a+b)(a+c)}$
42	Driver & Kroeber	$S = \frac{a}{2} \left(\frac{1}{a+b} + \frac{1}{a+c} \right)$
43	Johnson	$S = \left(\frac{a}{a+b} + \frac{a}{a+c} \right)$
44	Dennis	$S = \frac{ad - bc}{\sqrt{n(a+b)(a+c)}}$
45	Simpson	$S = \frac{a}{\min(a+b, a+c)}$
46	Braun & Banquet	$S = \frac{a}{\max(a+b, a+c)}$
47	Fager & McGowan	$S = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}} - \frac{\max(a+b, a+c)}{2}$

48	Forbes II	$S = \frac{na - (a+b)(a+c)}{n \min(a+b, a+c) - (a+b)(a+c)}$
49	Sokal & Sneath IV	$S = \frac{\frac{a}{(a+b)} + \frac{a}{(a+c)} + \frac{d}{(b+d)} + \frac{d}{(c+d)}}{4}$
50	Gower	$S = \frac{a+d}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}$
51	Pearson I	$S = \chi^2$ $\chi^2 = \frac{n(ad-bc)^2}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}$
52	Pearson II	$S = \left(\frac{\chi^2}{n + \chi^2} \right)^{1/2}$
53	Pearson III	$S = \left(\frac{\rho}{n + \rho} \right)^{1/2}$ $\rho = \frac{(ad-bc)}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}$
54	Pearson & Heron I	$S = \frac{(ad-bc)}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}$
55	Pearson & Heron II	$S = \cos \left(\frac{\pi \sqrt{bc}}{\sqrt{ad} + \sqrt{bc}} \right)$
56	Sokal & Sneath III	$S = \frac{a+d}{b+c}$
57	Sokal & Sneath V	$S = \frac{ad}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)^{0.5}}$
58	Cole	$S = \frac{\sqrt{2}(ad-bc)}{\sqrt{(ad-bc)^2 - (a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}$

59	Stiles	$S = \log_{10} \frac{n \left(ad - bc - \frac{n}{2} \right)^2}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}$
60	Ochiai II	$S = \frac{ad}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}$
61	Yuleq	$D = \frac{2bc}{ad + bc}$
62	Yuleq	$S = \frac{ad - bc}{ad + bc}$
63	Yulew	$S = \frac{\sqrt{ad} - \sqrt{bc}}{\sqrt{ad} + \sqrt{bc}}$
64	Kulczynski I	$S = \frac{a}{b + c}$
65	Tanimoto	$S = \frac{a}{(a+b) + (a+c) - a}$
66	Dipersion	$S = \frac{ad - bc}{(a+b+c+d)^2}$
67	Hamann	$S = \frac{(a+d) - (b+c)}{a+b+c+d}$
68	Michael	$S = \frac{4(ad - bc)}{(a+d)^2 + (b+c)^2}$
69	Goodman & Kruskal	$S = \frac{\sigma - \sigma'}{2n - \sigma'}$ $\sigma = \max(a,b) + \max(c,d) + \max(a,c) + \max(b,d)$ $\sigma' = \max(a+c, b+d) + \max(a+b, c+d)$
70	Anderberg	$S = \frac{\sigma - \sigma'}{2n}$
71	Baroni Urbani & Buser I	$S = \frac{\sqrt{ad} + a}{\sqrt{ad} + a + b + c}$

72	Baroni Urbani & Buser II	$S = \frac{\sqrt{ad} + a - (b + c)}{\sqrt{ad} + a + b + c}$
73	Pierce	$S = \frac{ab + bc}{ab + 2bc + cd}$
74	Eyraud	$S = \frac{n^2 (na - (a + b)(a + c))}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}$
75	Tarantula	$S = \frac{\frac{a}{(a + b)}}{\frac{c}{(c + d)}} = \frac{a(c + d)}{c(a + b)}$
76	Ample	$S = \frac{\left \frac{a}{(a + b)} \right }{\left \frac{c}{(c + d)} \right } = \left \frac{a(c + d)}{c(a + b)} \right $

Skema Sistem

Skema sistem pengenalan pola yang dirancang dalam penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema sistem pendeteksi pola

Sistem menerima input sebuah citra format .bmp, yang selanjutnya diproses ke bagian *Resize*. *Resize* berfungsi untuk menskalakan ukuran citra sumber yang memiliki ukuran yang variatif menjadi ukuran *default*. Setelah melalui tahapan *resize*, citra akan melewati tahapan *grayscale* untuk penentuan tepi-tepi pola pada tahapan akhir pengolahan citra. Pada tahapan klasifikasi, citra tepi akan melalui tahapan proses pengujian. Pengujian dilakukan dengan mengunjukkerjakan pendekatan *Binary Similarity And Distance Measures (BSDM)* melalui formula *3W-Jaccard*. Nilai-nilai yang diperoleh pada tahap pengujian menggunakan *3W-Jaccard* akan dibandingkan dengan nilai referensi.

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran unjuk kerja sistem dilakukan dengan beberapa referensi bertahap. Pada citra yang memuat pola nun mati (◌ْ) atau tanwin (◌َ, ◌ِ, ◌ِ) bertemu dengan huruf idgham lam (ل) (k_1), sistem memiliki tingkat keakuratan sebesar 90%. Tabel 3 memaparkan beberapa hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian pola (k_1). Hasil evaluasi sistem menunjukkan bahwa peningkatan *Detection Rate* sangat terkait dengan peningkatan jumlah referensi. Pada citra yang memuat pola nun mati (◌ْ) atau tanwin (◌َ, ◌ِ, ◌ِ) bertemu dengan huruf idgham ra (ر) (k_2), sistem pendeteksi pola memiliki tingkat keakuratan sebesar 82%. Tabel 4 memaparkan beberapa hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian pola (k_2). Pada citra yang memuat pola nun mati (◌ْ) atau tanwin (◌َ, ◌ِ, ◌ِ) bertemu dengan huruf idgham wau (و) (k_3), sistem pendeteksi pola memiliki tingkat keakuratan sebesar 70%. Tabel 5 memaparkan beberapa hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian pola (k_3). Pada citra yang memuat pola nun mati (◌ْ) atau tanwin (◌َ, ◌ِ, ◌ِ) bertemu dengan huruf idgham mim (م) (k_4), sistem pendeteksi pola memiliki tingkat keakuratan sebesar 65%. Tabel 6 memaparkan beberapa hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian pola idgham (k_4). Pada citra yang memuat pola nun mati (◌ْ) atau tanwin (◌َ, ◌ِ, ◌ِ) bertemu dengan huruf idgham nun (ن) (k_5), sistem pendeteksi pola memiliki tingkat keakuratan sebesar 65%. Tabel 7 memaparkan beberapa hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian pola (k_5). Pada citra yang memuat pola nun mati (◌ْ) atau tanwin (◌َ, ◌ِ, ◌ِ) bertemu dengan huruf idgham ya (ي) (k_6), sistem pendeteksi pola memiliki tingkat keakuratan sebesar 65%. Tabel 8 memaparkan beberapa hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian pola (k_6).

Tabel 3. Hasil unjuk kerja sistem pendeteksi pola (k_1).

Jumlah Citra Referensi	Jumlah Citra Pengujian	Jumlah Pendeteksian yang benar	False Positive Rate	Detection Rate
25	100	60	0,4	0,6
50	100	67	0,33	0,67
75	100	85	0,15	0,85
100	100	90	0,1	0,9

Tabel 4. Hasil unjuk kerja sistem pendeteksi pola (k_2).

Jumlah	Jumlah	Jumlah	False	Detection
--------	--------	--------	-------	-----------

Citra Referensi	Citra Pengujian	Pendeteksian yang benar	Positive Rate	Rate
25	100	50	0,5	0,5
50	100	59	0,41	0,59
75	100	70	0,3	0,7
100	100	82	0,18	0,82

Tabel 5. Hasil unjuk kerja sistem pendeteksi pola (k_3).

Jumlah Citra Referensi	Jumlah Citra Pengujian	Jumlah Pendeteksian yang benar	False Positive Rate	Detection Rate
25	100	45	0,55	0,45
50	100	52	0,48	0,52
75	100	61	0,39	0,61
100	100	70	0,3	0,7

Tabel 6. Hasil unjuk kerja sistem pendeteksi pola (k_4).

Jumlah Citra Referensi	Jumlah Citra Pengujian	Jumlah Pendeteksian yang benar	False Positive Rate	Detection Rate
25	100	40	0,6	0,4
50	100	49	0,51	0,49
75	100	55	0,35	0,55
100	100	65	0,25	0,65

Tabel 7. Hasil unjuk kerja sistem pendeteksi pola (k_5).

Jumlah Citra Referensi	Jumlah Citra Pengujian	Jumlah Pendeteksian yang benar	False Positive Rate	Detection Rate
25	100	40	0,6	0,4
50	100	49	0,51	0,49
75	100	55	0,35	0,55
100	100	65	0,25	0,65

Tabel 8. Hasil unjuk kerja sistem pendeteksi pola (k_6).

Jumlah Citra Referensi	Jumlah Citra Pengujian	Jumlah Pendeteksian yang benar	False Positive Rate	Detection Rate
25	100	40	0,6	0,4
50	100	49	0,51	0,49
75	100	55	0,35	0,55

100

100

65

0,25

0,65

Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi pola menggunakan pendekatan *Binary Similarity And Distance Measures* (BSDM) melalui formula *3W-Jaccard* memiliki *detection rate* berkisar dari 65% hingga 90%. Persentase *detection rate* tersebut menunjukkan bahwa *Binary Similarity And Distance Measures* (BSDM) melalui formula *3W-Jaccard* dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk pendeteksian pola-pola yang sejenis. Keunggulan *Binary Similarity And Distance Measures* (BSDM) melalui formula *3W-Jaccard* adalah kemampuan pengenalan pola dengan jumlah data referensi yang tidak terlalu besar, sangat tepat untuk diterapkan pada sistem.

Untuk peningkatan kualitas unjuk kerja sistem, penelitian pendeteksian pola menggunakan *Binary Similarity And Distance Measures* (BSDM) melalui formula *3W-Jaccard* dapat mengintegrasikan sistem dengan salah satu dari : uji kekompleksitasan citra, segmentasi, uji statistika, dan lain-lain. Penambahan pendekatan tersebut tentunya akan mempengaruhi kecepatan komputasi pendeteksian pola tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Zarkasyi, 2016. *Panduan Tajwid Ringkas dan Praktis*. HUDA Lhokseumawe.
- [2] Fadlisyah, 2013. *Sistem Pendeteksian Wajah Pada Video Menggunakan Jaringan Adaptive Linear Neuron (ADALINE)*. Tesis. Universitas Sumatra Utara.
- [3] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Informatika : Bandung.
- [4] Fadlisyah. 2020. *Pengolahan Citra dan Suara*, Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta
- [5] Fadlisyah dan Rizal. 2011. *Pemrograman Computer Vision pada Video*, Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta
- [6] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: PenerbitAndi
- [7] Bustami, Dahlan Abdullah, dan Fadlisyah. 2014. *Statistika : terapannya di informatika*, Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta. (978-979-756-929-7)
- [8] Fadlisyah. 2007. *Computer Vision dan Pengolahan Citra*, Penerbit Andi. Yogyakarta