

BAB IV UJI COBA DAN ANALISIS

Bab ini tersusun atas penjelasan hasil uji coba terhadap Sistem Pencocokan Dental yang dikembangkan beserta analisis hasil uji coba. Pengujian dan analisis dilakukan untuk melihat performa yang dimiliki oleh sistem yang dikembangkan serta melakukan beberapa analisis berdasarkan hasil uji coba tersebut. Pembahasan meliputi data, skenario, dan hasil uji coba beserta analisisnya.

4.1 Data Uji Coba

Sistem yang dikembangkan ini menggunakan masukan hasil pemindaian dari citra *dental x-ray*. Citra *dental x-ray* tersebut didapatkan dari kerjasama Bapak M. Rahmat Widyanto selaku pembimbing Tugas Akhir peneliti dengan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia dan Rumah Sakit Pertamina Pusat.

Data yang diperoleh adalah sebanyak 28 citra *dental x-ray*. Citra *dental x-ray* ini kemudian dipindai untuk mendapatkan citra digital dari citra panoramic tersebut. Data asli kemudian akan menjadi kumpulan *dental records* pada sistem yang dikembangkan. Data uji yang lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran 1.



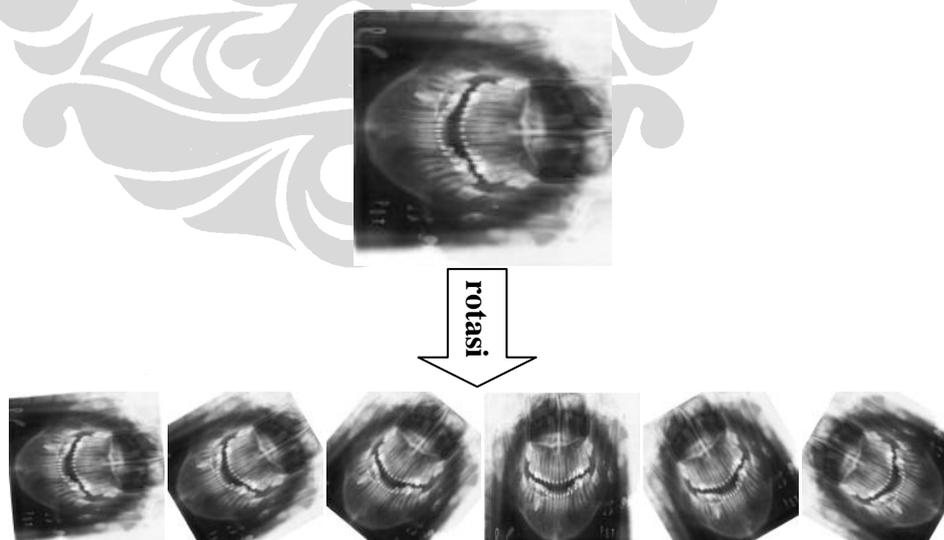
Gambar 4. 1 Data Uji Coba

Data uji coba akan dibagi menjadi 3 jenis yaitu citra yang mengalami rotasi, citra yang mengalami distorsi, dan perbedaan pencahayaan citra dental. Ketiga data uji coba dibuat agar uji coba dapat dilakukan secara lebih detail karena masing-masing data uji coba memiliki karakteristik yang berbeda.

Berikut 3 data uji coba yang digunakan pada eksperimen ini:

1. Citra rotasi: Citra asli akan dirotasi dengan sudut 5° , 30° , 50° , 90° , 120° , and 150° .
2. Citra distorsi: Citra asli akan diberikan beberapa *noise* agar kondisi dental terlihat seperti cacat atau berbeda dari kondisi sebelumnya. Data uji ini dapat dilihat pada Lampiran 4.
3. Citra beda kontras: Citra asli akan dipindai ulang namun dengan pencahayaan yang berbeda dari sebelumnya. Data uji ini dapat dilihat pada Lampiran 5.

Pada data uji coba rotasi, citra ini diperlukan untuk menguji kejadian dimana posisi dari gigi tidak tepat sama seperti pada dental records. Selain itu, citra rotasi digunakan untuk menguji rotation invariance yang dimiliki oleh Zernike moments.

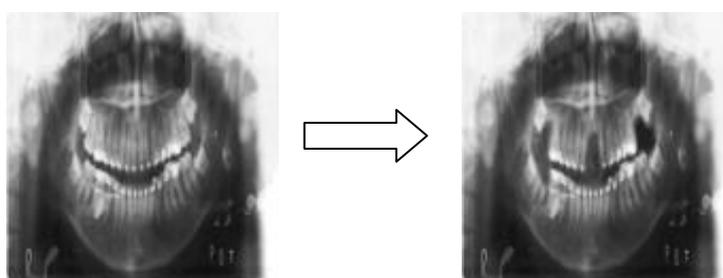


Gambar 4. 2 Data Uji Citra Rotasi

Citra distorsi akan menggambarkan kondisi dental korban yang cacat akibat bencana yang dialami. Citra distorsi dibuat dengan menghilangkan sekitar 5 buah

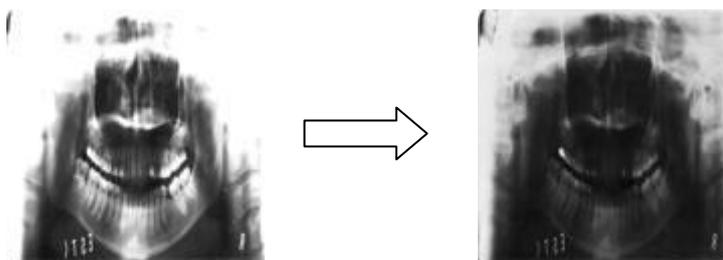
gigi pada citra asli. Citra distorsi ini digunakan untuk melihat kemampuan sistem yang dikembangkan dalam mengenali citra yang mengalami kecacatan atau citra yang mempunyai perbedaan antara *post mortem* dan *ante mortem*.

Distorsi dental sangat sering terjadi pada korban bencana yang diakibatkan benturan-benturan yang terjadi pada area sekitar wajah. Citra ini dibuat menggunakan *image editor application Photoshop* untuk menghilangkan bentuk gigi agar terlihat seperti pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4. 3 Data Uji Citra Distorsi

Data uji yang terakhir adalah data asli yang dipindai ulang menggunakan pencahayaan yang berbeda. Perbedaan pencahayaan sangat sering terjadi pada proses pengambilan citra *dental x-ray*. Data uji ini diharapkan dapat mencakup permasalahan pencahayaan tersebut.

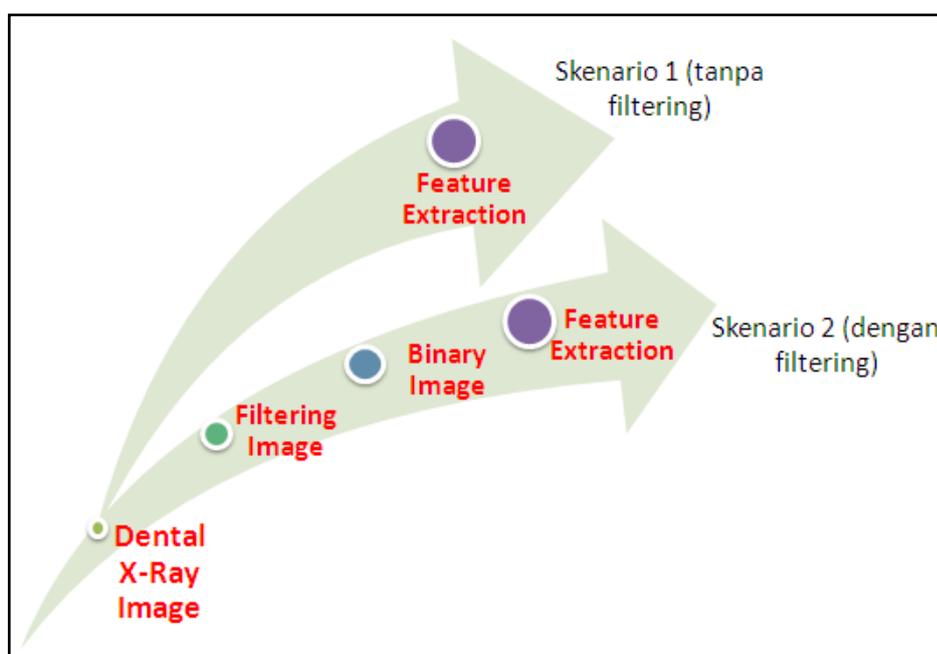


Gambar 4. 4 Data Uji Citra Beda Kontras

Dari penggunaan 3 jenis data uji coba di atas diharapkan dapat memenuhi kasus yang ada pada dunia nyata secara umum. Seluruh data uji coba akan dibuat sedemikian rupa sehingga tampak seperti natural hasil dari *post mortem* dan *ante mortem* korban bencana.

4.2 Skenario Eksperimen

Ada 2 jenis skenario yang dibuat untuk mengevaluasi kemampuan sistem yang dikembangkan ini yaitu skenario masukan *grayscale*, dan skenario masukan biner. Perbedaan skenario ini terletak pada masukan yang diberikan ke sistem. Pada skenario *grayscale*, masukan yang diberikan adalah masukan hasil pemindaian pada citra *dental x-ray* dalam format *grayscale*. Skenario lain yaitu skenario masukan biner yang menggunakan masukan citra biner pada sistem.



Gambar 4. 5 Proses Binerisasi

Kedua skenario ini dibuat agar dapat mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengenali berbagai macam jenis masukan. Selain itu, skenario ini dibuat atas pendasaran bahwa citra *dental x-ray* memiliki noise yang banyak. Oleh karena itu, sistem akan dievaluasi untuk melihat masukan yang terbaik pada sistem ini.

Skenario 1 merupakan skenario dengan menggunakan citra *grayscale* sebagai masukan dari sistem yang dikembangkan. Skenario ini cukup sederhana karena sistem cukup menghitung nilai *Zernike moments* dari masukan yang diberikan tanpa ada proses *filtering*.

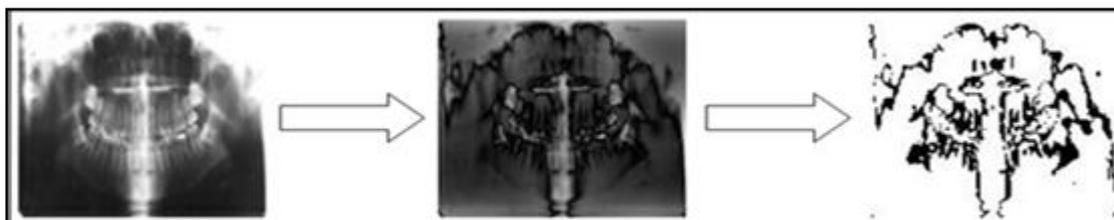
Dental records yang digunakan pada skenario ini adalah citra *grayscale*. Hal ini dimaksudkan agar jenis masukan pada masing-masing skenario sesuai dengan *dental records* yang digunakan.

Berikut alur yang akan digunakan pada skenario 1:

1. Transformasi citra: Citra yang akan menjadi masukan diolah untuk menghasilkan citra testing seperti pada subbab sebelumnya di atas.
2. Penghitungan nilai *Zernike moments*. Nilai *Zernike moments* dari citra *grayscale* akan dihitung.

Skenario masukan selanjutnya adalah menggunakan masukan biner. Pada skenario 2, citra yang digunakan adalah citra biner. Tahapan ini membutuhkan proses transformasi dari citra *grayscale* menjadi citra biner. Pada tahapan ini digunakan *Butterworth Filtering* untuk mempertajam garis bentuk (*edge*) pada sebuah citra.

Ada variabel yang cukup berpengaruh pada proses *filtering* yaitu *cutoff* dari frekuensi yang ingin dipotong. *Cutoff* merupakan diameter dari lingkaran yang digunakan sebagai *filter*. *Cutoff* yang digunakan pada eksperimen ini adalah 1. Angka ini diperoleh dari hasil eksperimen bahwa 1 dapat menunjukkan hasil proses *filtering* yang lebih baik dibandingkan angka *cutoff* lain.



Gambar 4. 6 Proses Binerisasi

Setelah dilakukan *Butterworth filtering*, proses yang dilakukan adalah proses *thresholding* yaitu mengambil garis bentuk dari citra dental yang diproses. Rentang nilai *grayscale* dari proses ini adalah 0 – 1, sehingga pada proses *thresholding* peneliti menggunakan nilai 0,1 sebagai *thresholding value*. Untuk pixel yang bernilai > 0.1 akan diberikan warna hitam dan sebaliknya pixel yang bernilai ≤ 1 akan diberikan warna putih.

Berikut alur yang akan digunakan pada skenario 2:

1. Transformasi citra: Citra yang akan menjadi masukan diolah untuk menghasilkan citra testing seperti pada subbab sebelumnya di atas.
2. Filterisasi citra. Citra *grayscale* akan difilter untuk mendapatkan citra biner. Tahapan filterisasi telah dijelaskan pada Bab 3.
3. Penghitungan nilai Zernike moments. Nilai Zernike moment dari citra biner akan dihitung.

4.3 Hasil Uji Coba

Subbab ini akan membahas mengenai hasil uji coba dari masukan dan skenario yang telah dijelaskan sebelumnya. Berikut rangkuman tabel tingkat pengenalan sistem pada masing-masing data dan skenario uji coba:

Tabel 4. 1 Hasil Uji Coba

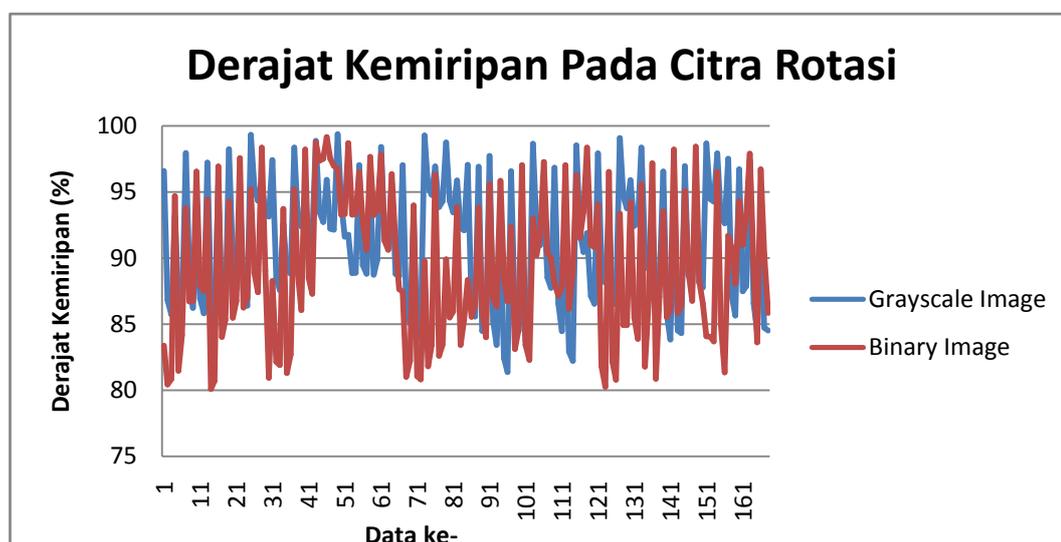
	Rotated	Distorted	Different Contrast
Binary Image	100%	100%	78.5%
Grayscale Image	100%	96%	86%

Dari tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa skenario citra beda kontras pada masukan biner memiliki tingkat pengenalan paling rendah sekitar 78.5% atau 6 dari 28 citra yang gagal dikenali. Citra *grayscale* pada skenario citra beda kontras memiliki tingkat pengenalan 86% yaitu 4 dari 28 citra tidak dapat dikenali. Citra beda kontras yang tidak dapat dikenali sistem dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 4.1 diatas memperlihatkan bahwa citra biner pada skenario beda kontras memiliki tingkat pengenalan paling rendah. Penyebab dari hasil ini akan dibahas dan dianalisis pada subbab analisis.

Selain skenario beda kontras, 2 skenario lain yang dilakukan uji coba menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda satu sama lain. Kedua jenis masukan yaitu *grayscale* dan biner memiliki tingkat pengenalan 100%, dan hanya terdapat 1 kegagalan pengenalan pada *grayscale* image untuk citra distorsi.

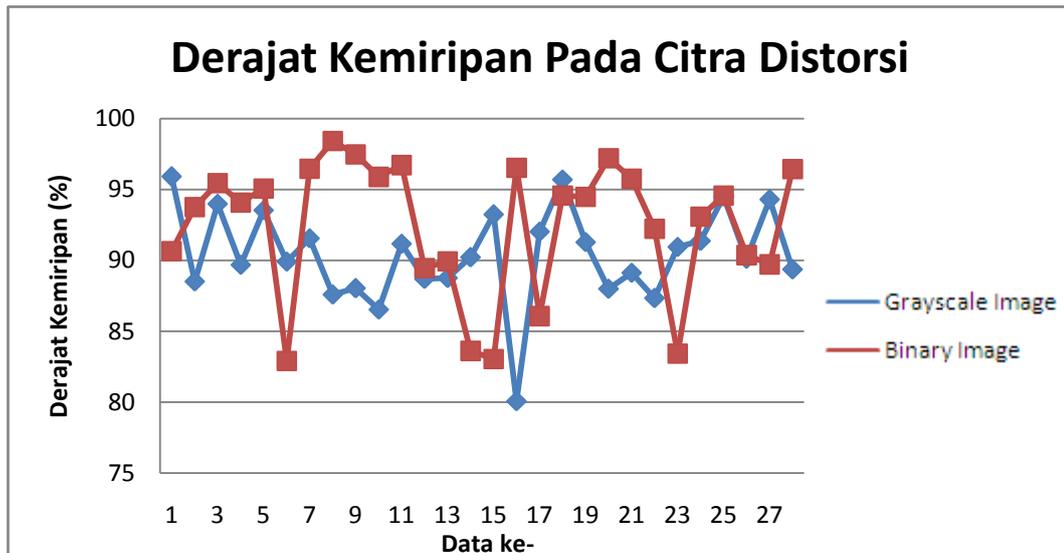
Peneliti juga menghitung derajat kemiripan yang diperoleh pada saat uji coba. Derajat kemiripan dapat memperlihatkan ukuran kemiripan citra yang sedang diidentifikasi dengan pembanding citra-citra yang ada pada *dental records*. Persamaan yang menghitung derajat kemiripan dapat dilihat pada persamaan (3.4). Berikut derajat kemiripan pada citra rotasi:



Gambar 4. 7 Derajat Kemiripan Pada Citra Rotasi

Pada uji coba menggunakan citra rotasi, tidak ada perbedaan yang mencolok pada tingkat pengenalan. Namun, perbedaan dapat terlihat pada derajat kemiripan yang ditampilkan pada Gambar 4.6 di atas. Dengan menggunakan citra *grayscale*, derajat kemiripan yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan menggunakan citra biner.

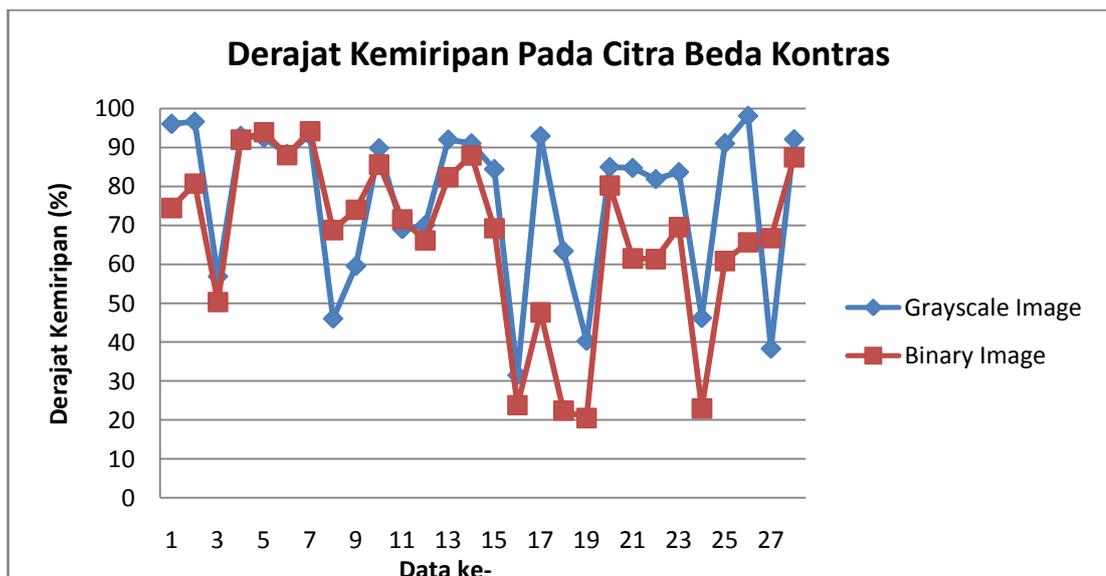
Pada Gambar 4.7 di bawah ini diperlihatkan derajat kemiripan untuk citra uji distorsi.



Gambar 4. 8 Derajat Kemiripan Pada Citra Distorsi

Pada citra distorsi, derajat kemiripan yang dimiliki 2 jenis input yaitu citra *grayscale* dan citra biner tidak begitu mempunyai perbedaan derajat kemiripan yang mencolok.

Derajat kemiripan pada citra beda kontras memiliki perbedaan yang cukup terlihat. Dengan penggunaan citra biner pada jenis citra uji ini, derajat kemiripan terlihat lebih rendah dibandingkan penggunaan citra grayscale. Gambar 4.8 di bawah ini menunjukkan grafik derajat kemiripan pada citra uji beda kontras.



Gambar 4. 9 Derajat Kemiripan Pada Citra Beda Kontras

4.4 Analisis

Tahapan uji coba telah dilakukan untuk melihat performa dari sistem yang dikembangkan. Uji coba akan digunakan sebagai acuan dalam membuat analisis dari sistem yang dikembangkan. Ada 2 jenis masukan dan 3 skenario yang dibuat untuk mengevaluasi tingkat pengenalan yang dimiliki sistem ini.

Dari hasil pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa secara umum masukan dengan menggunakan citra *grayscale* memiliki tingkat pengenalan yang lebih tinggi dibandingkan citra biner. Secara total, *grayscale* memiliki tingkat pengenalan 94%, sedangkan untuk masukan dengan menggunakan citra biner adalah 92.8%.

Pada citra biner, skenario citra rotasi dan distorsi menghasilkan tingkat pengenalan yang sempurna 100%. Namun, pada tingkat pengenalan untuk skenario testing 3 yaitu citra yang memiliki kontras yang berbeda, jenis masukan ini hanya memiliki tingkat pengenalan 78%.

Pada citra *grayscale*, skenario citra rotasi menghasilkan tingkat pengenalan 100%, sedangkan pada skenario citra distorsi, tingkat pengenalan mengalami sedikit kemunduran yaitu 96% sebab ada 1 citra yang sulit dikenali oleh sistem. Namun, pada citra kontras yang berbeda tingkat pengenalan yang dimiliki lebih besar dibandingkan pada citra biner yaitu 86%.

Secara keseluruhan, masukan citra *grayscale* memiliki tingkat pengenalan lebih tinggi. Namun, pada skenario testing rotasi dan distorsi citra biner lebih unggul dibanding citra *grayscale* yaitu tingkat pengenalan 100%. Hal ini membuktikan bahwa teknik *filtering* yang diterapkan cukup efektif dalam meningkatkan pengenalan pada citra rotasi dan distorsi walaupun peningkatan yang terjadi tidak begitu signifikan.

Pada skenario 1 dan 2, hasil tingkat pengenalan belum memberikan perbedaan yang mencolok. Perbedaan tingkat pengenalan akan lebih terlihat pada skenario 3 yaitu citra beda kontras. Pada skenario 3 akan lebih terlihat perbedaan tingkat pengenalan pada jenis masukan *grayscale* dan biner.

Citra *filtering* ini diharapkan dapat meningkatkan pengenalan karena proses ini dapat menghilangkan *noise* yang ada pada citra dental. Citra biner yang dihasilkan merupakan citra hitam putih yang diharapkan hanya merepresentasikan kondisi dan bentuk dental tanpa ada *noise* yang dapat mengganggu tingkat pengenalan sistem.

Namun, hasil uji coba yang dilakukan memberikan hasil bahwa proses binerisasi yang peneliti kembangkan tidak bersifat global. Proses ini sangat bergantung pada pencahayaan yang ada pada citra *dental x-ray* tersebut. Hal ini dapat disimpulkan dari skenario 3 yang menunjukkan bahwa masukan biner hanya memiliki tingkat pengenalan sebesar 78.5%, sedangkan untuk masukan *grayscale* memiliki tingkat pengenalan yang lebih besar yaitu 86%.

Proses *filtering* yang mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner sangat melibatkan pencahayaan yang ada pada citra dental. Kondisi ini cukup bertolak belakang pada kondisi nyata, sebab citra *dental x-ray* sangat rentan pada perbedaan pencahayaan.

Kondisi di atas menyebabkan proses *filtering* yang ditawarkan peneliti sangat memerlukan presisi citra yang tinggi. Sebab ketika terbentuk *noise* yang berbeda dengan *dental records*, bentuk tersebut akan tampak pada hasil proses *filtering*. Hal ini dapat berdampak pada penurunan tingkat pengenalan sistem.

Di sisi lain, jenis masukan *grayscale* menunjukkan tingkat pengenalan yang lebih tinggi pada skenario uji coba beda kontras yaitu 86%. Hal ini dikarenakan masukan *grayscale* tidak mengalami proses filterisasi. Perbedaan pencahayaan cukup berpengaruh karena presisi bentuk dari citra menurun sehingga bentuk dari dental tidak begitu terlihat. Secara umum tidak terdapat masalah yang ada pada jenis masukan ini karena tidak terdapat proses yang mengubah masukan.

Bila ditinjau dari sisi derajat kemiripan yang dihasilkan, penggunaan citra *grayscale* mempunyai derajat kemiripan yang lebih tinggi dibandingkan citra biner. Penilaian yang diberikan berdasarkan bahwa sebuah skenario yang baik harus memiliki persentase yang tinggi pada derajat kemiripan ketika sebuah citra

dikenali dengan benar, dan memiliki pengenalan yang rendah pada derajat kemiripan ketika citra gagal dikenali.

Pada citra biner, citra yang berhasil dikenali masih memiliki tingkat kemiripan yang rendah terutama pada input citra rotasi. Hal ini berarti jarak euclid masing-masing citra terlalu dekat. Hal ini disebabkan hilangnya beberapa informasi yang ada pada suatu citra pada saat proses *filtering* terjadi.

Citra biner yang dihasilkan dari proses filtering menghasilkan citra yang memiliki kemiripan tinggi dengan citra lain sehingga menghasilkan derajat kemiripan yang rendah walaupun citra berhasil dengan benar dikenali. Oleh karena itu, dari beberapa analisis yang didapatkan citra *grayscale* menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan jenis masukan biner.