

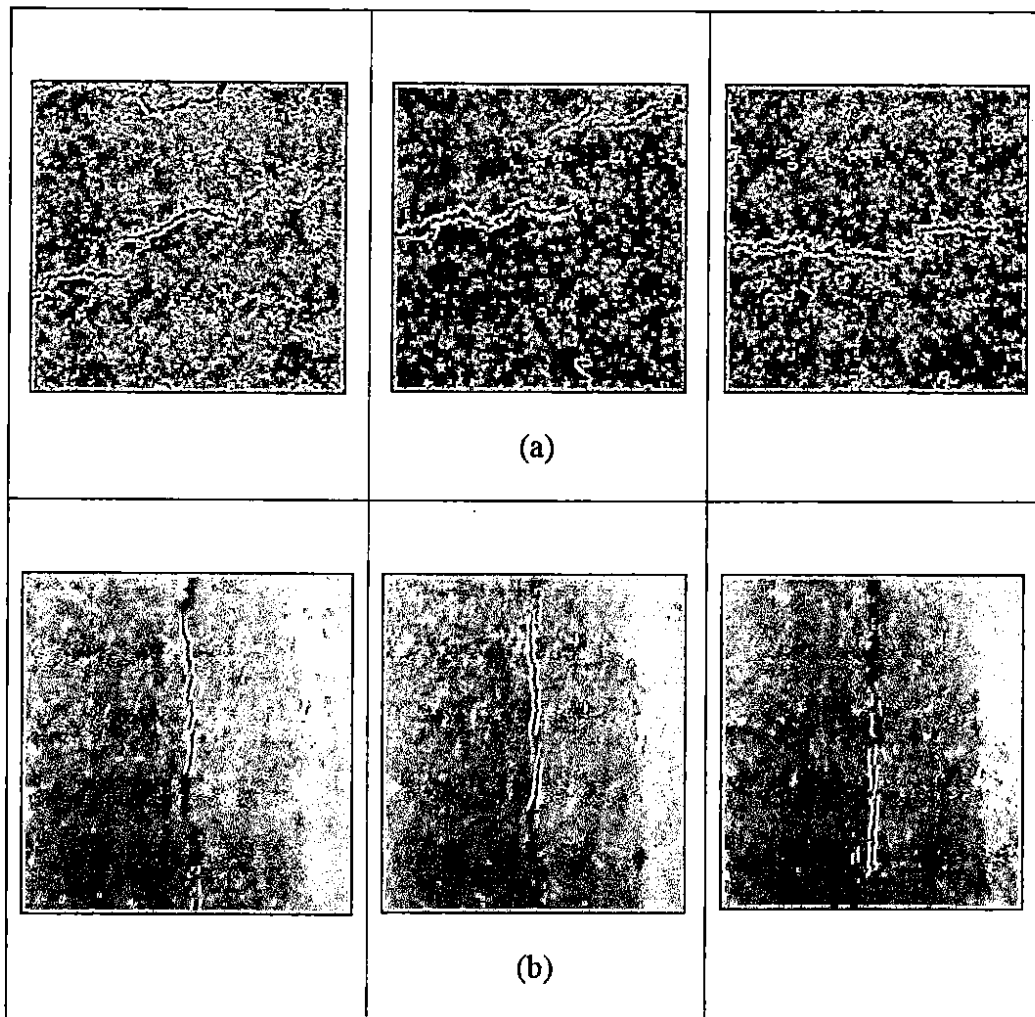
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengambilan Data

Data diperoleh dari jalan Wates Kabupaten Kulonprogo, karena pada daerah ini banyak kondisi jalan yang mengalami kerusakan seperti retak salah satunya. Jarak kamera yang digunakan pada pengambilan data jalan adalah 1 meter dan jarak handycam 1.06 meter. Jarak ini dipilih karena jika mengambil data citra yg tidak retak terlalu dekat maka hasil citra akan terlihat titik-titik hitam pada jalan/aspal tetapi bukan retak. Kemudian saat di proses dengan pengolahan citra hasil keluaran citranya akan buruk.

Pengambilan data dilakukan pada pagi hari agar pencahayaan tidak terlalu banyak dan menimbulkan bayangan pada hasil data. Kamera yang digunakan pada saat pengambilan citra juga tidak menggunakan flash karena cahaya tersebut akan memantul sehingga mehasilkan citra dengan kualitas kurang bagus juga. Data yang telah diperoleh berjumlah 100 citra dengan 65 citra yang didapat dari hasil video dan 35 citra yang didapat dari hasil kamera. Dari 100 data meliputi 80 citra retak dan 20 citra bukan retak, 39 citra digunakan sebagai citra latih kemudian digabung dengan 61 citra lain menjadi 100 citra uji dari data total 100 citra. Beberapa contoh citra hasil kamera dan citra hasil video dapat dilihat pada Gambar 4.1

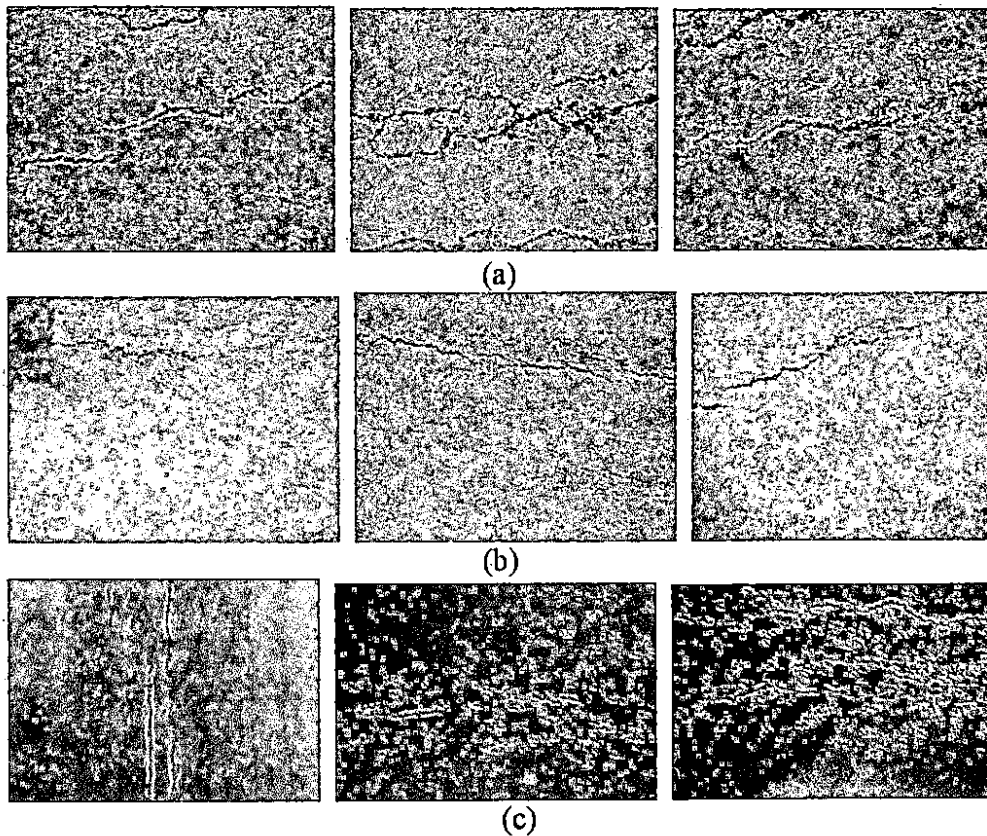


Gambar 4.1 (a) Citra Hasil Menggunakan Kamera, (b) Citra Hasil Video menggunakan Handycam

4.2 Hasil Pengelompokan Data

Pengelompokan data citra retak jalan raya dibagi menjadi tiga kelompok yaitu kelompok data citra kualitas baik, citra kualitas sedang dan citra kualitas buruk. Data kualitas baik adalah citra yang memiliki pencahayaan yang baik yaitu tidak terlalu terang dan tidak terlalu gelap berdasarkan intensitas warnanya. Sedangkan data kualitas sedang adalah citra yang memiliki pencahayaan yang

cukup yaitu pencahayaannya terang tetapi terdapat bayangan yang didapat dari pantulan kamera, dan data kualitas buruk adalah citra yang pencahayaannya terlalu terang atau pencahayaannya terlalu gelap serta terdapat banyak bayangan pada citra. Hasil pengelompokan data citra baik, data citra sedang dan data citra buruk. Hasil pengelompokan citra ini dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 (a) Data Citra Kualitas Baik, (b) Data Citra Kualitas Sedang, (c) Data Citra Kualitas Buruk.

4.3 Hasil Perancangan Program

4.3.1 Pra Pengolahan Citra

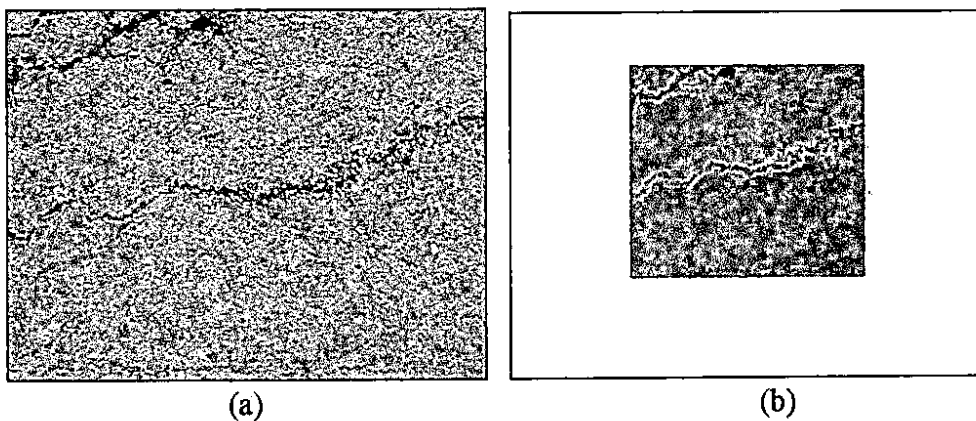
Data yang diambil menggunakan kamera dan handycam memiliki kualitas yang berbeda-beda, karena data citra juga dapat dipengaruhi oleh intensitas

cahaya pada waktu pengambilan. Pada pra pengolahan citra ini, citra sebelum diproses diatur dulu menggunakan proses pengukuran gambar, mengkonversi citra RGB menjadi citra Keabuan dan untuk menghilangkan derau atau gangguan pada citra digunakan proses pemfilteran. Kemudian baru dapat diproses ketahap selanjutnya.

a. Mengatur Ukuran Citra

Dipilih ukuran 120 x 160 pada proses pengaturan ukuran karena ukuran ini dirasa tepat untuk memudahkan proses komputasi karena tidak terlalu besar ukurannya terutama juga untuk mempercepat proses komputasi metode Sauvola.

Gambar 4.3 menunjukkan citra asli dan citra hasil yang berukuran 120 x 160.

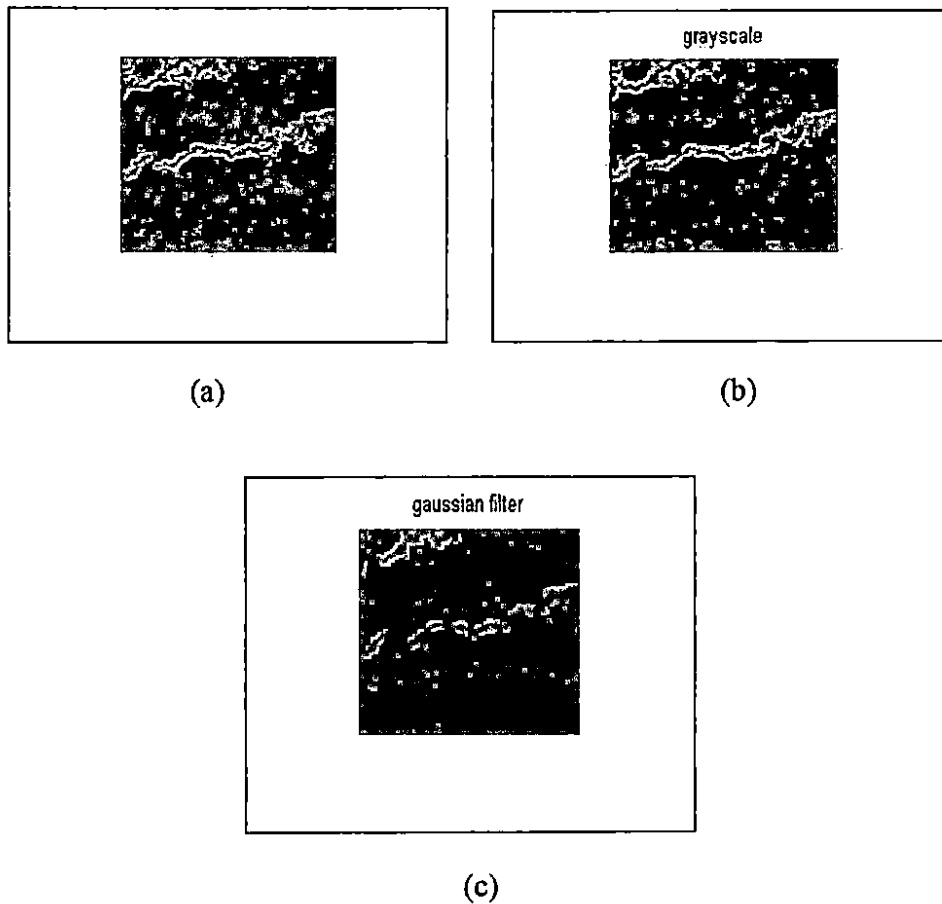


Gambar 4.3 (a) Citra Asli, (b) Citra Hasil Resize 120x160

b. Konversi RGB ke Keabuan dan Pemfilteran

Proses konversi dari RGB ke citra keabuan itu dilakukan untuk mengurangi waktu pemerosesan data yang disebabkan oleh terlalu besarnya dimensi citra. Citra hasil yang memiliki mode warna RGB diubah menjadi citra keabuan dan kemudian diperbaiki hasilnya dengan filter gaussian untuk

mengurangi derau pada citra. Pada Gambar 4.4 adalah Hasil citra RGB, keabuan dan citra keabuan yang sudah difilter.



Gambar 4.4. (a) Citra RGB, (b) Keabuan, (c) Citra Keabuan sudah difilter.

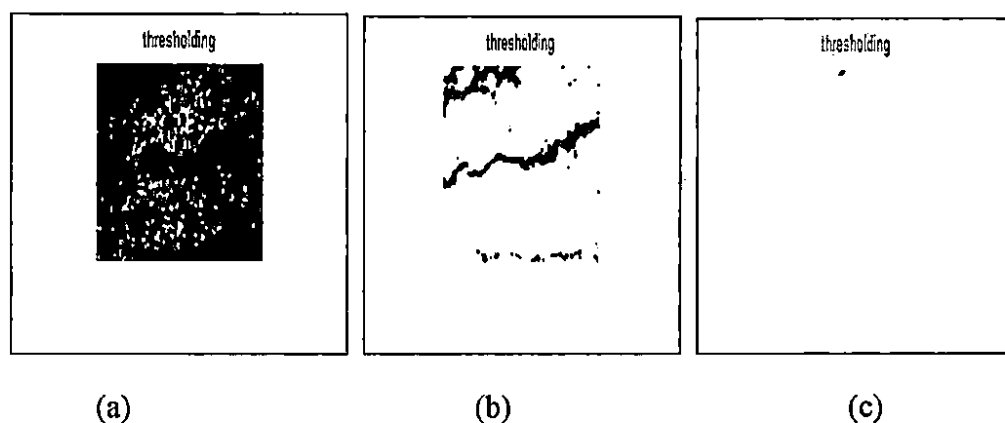
4.3.2 Segmentasi

Hasil proses segmentasi dari ke-4 teknik *Thresholding* yaitu *Thresholding* manual, Otsu, Bernsen dan Sauvola akan ditampilkan dan dijelaskan pada bab ini.

a. *Thresholding* Manual

Hasil proses *Thresholding* manual seperti persamaan (4) menghasilkan nilai 128, karena pada teknik *Thresholding* ini menggunakan nilai piksel skala keabuan (0-255) dimana jika nilai piksel lebih kecil dari nilai ambang yaitu 128

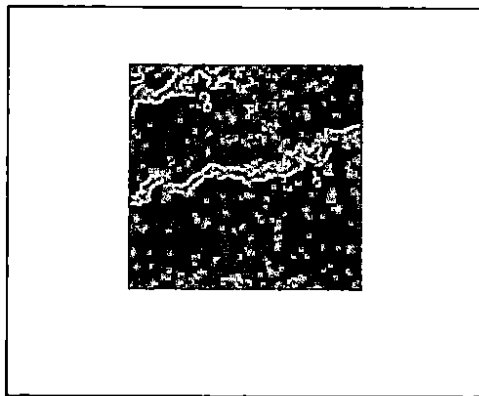
maka akan diubah menjadi 0 atau warna hitam dan jika nilai piksel lebih besar dari nilai ambang 128 maka akan diubah menjadi nilai 255 atau putih. Perbedaan nilai ambang 150, 128 dan 50 ada pada Gambar 4.5. Proses Komputasi pada teknik *Thresholding* untuk 100 citra adalah 1,4 menit. Waktu perhitungan ini didapatkan dengan menggunakan timer yang ada pada aplikasi matlab saat memproses program *Thresholding Manual*.



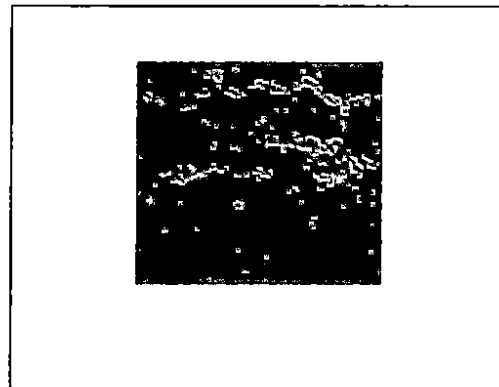
Gambar 4.5 (a) Nilai ambang 150, (b) Nilai ambang 128, (c) Nilai ambang 50

b. Otsu

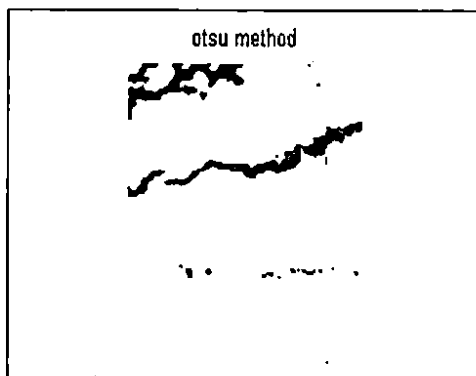
Dalam proses Otsu ini menghasilkan nilai ambang pada citra retak. Citra yang dihasilkan dari proses Otsu menghasilkan keluaran tergantung baik pencahayaan citra tersebut karena teknik Otsu hanya memiliki satu nilai ambang batas untuk seluruh piksel pada citra. Hasil Citra dengan pencahayaan yang baik dan yang kurang baik ada pada Gambar 4.6. Proses Komputasi pada teknik Otsu untuk 100 citra adalah 1,5 menit. Waktu perhitungan ini didapatkan dengan menggunakan timer yang ada pada aplikasi matlab saat memproses program Otsu.



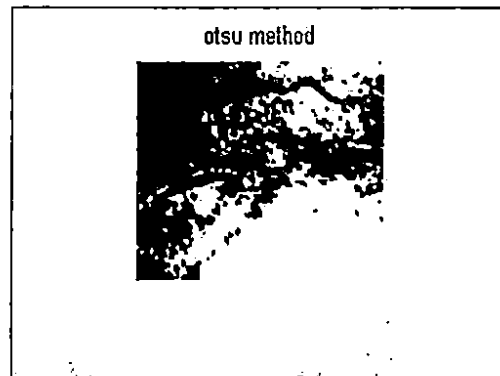
(a)



(b)



(c)



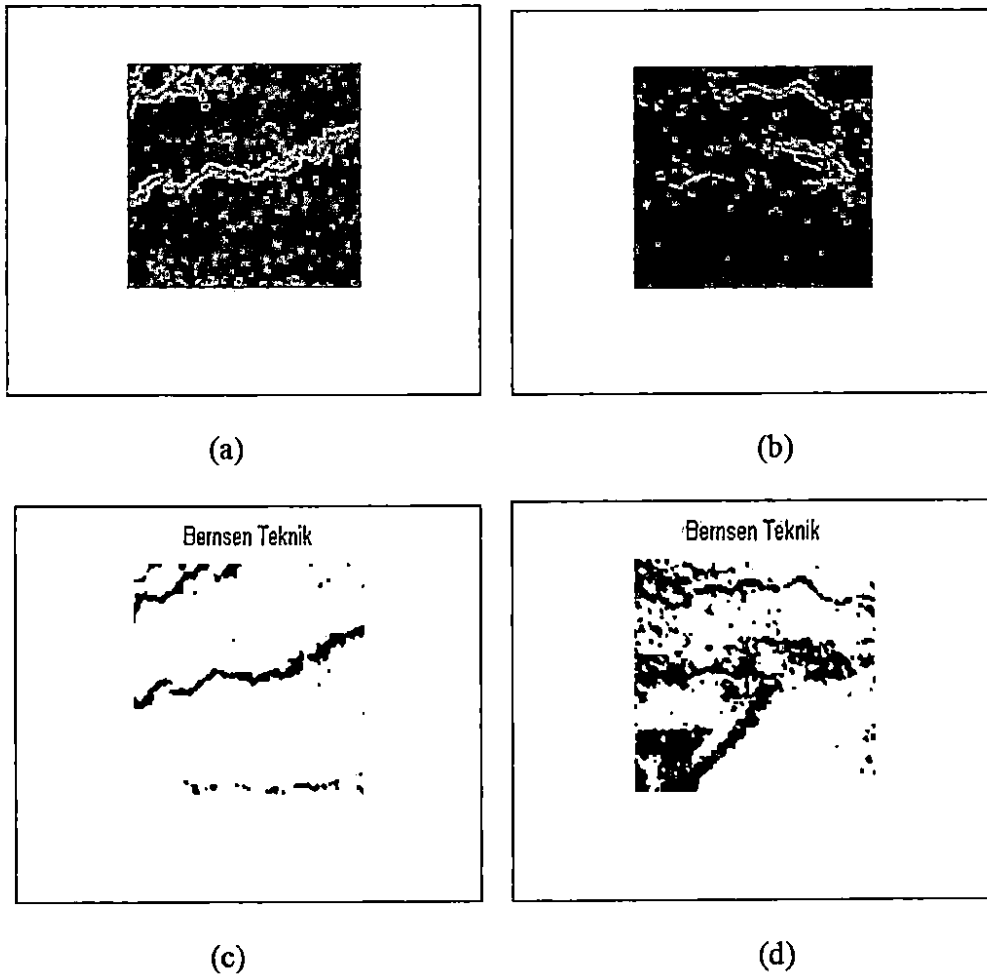
(d)

Gambar 4.6 (a) Citra dengan Pencahayaan Baik, (b) Citra dengan Pencahayaan Kurang Baik, (c) Hasil Otsu pada Citra dengan Pencahayaan Baik, (d) Hasil Otsu pada Citra dengan Pencahayaan Kurang Baik

c. Bernsen

Bernsen menggunakan nilai jendela 31×31 . Teknik ini juga menggunakan nilai ambang Otsu sebagai perbandingan sehingga proses pemrogramannya lebih cepat dibanding teknik lokal *Thresholding* yang lain. Teknik ini bisa bekerja baik bila citra yang diberikan sebagai input dalam keadaan cenderung bersih atau bisa dibayangkan dia hanya mampu toleran pada citra yang deraunya masih sedikit. Pada kasus dengan pencahayaan yang kurang baik atau derau yang besar maka hasil

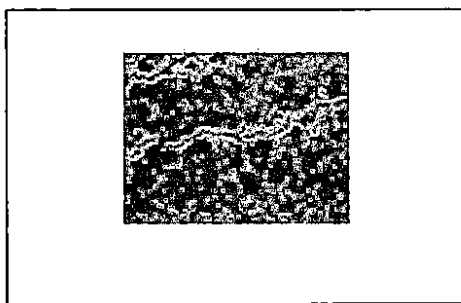
binarisasi menggunakan teknik ini tidak lagi bisa diharapkan seperti pada Gambar 4.7. Proses Komputasi pada teknik Bernsen untuk 100 citra adalah 2,5 menit. Waktu perhitungan ini didapatkan dengan menggunakan timer yang ada pada aplikasi matlab saat memproses program Bernsen.



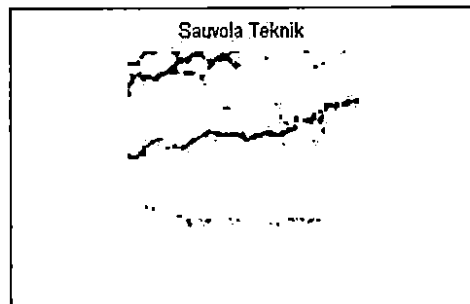
Gambar 4.7 (a) Bernsen pada Citra dengan Pencahayaan Baik, (b) Bernsen pada Citra dengan Pencahayaan Kurang Baik, (c) Hasil Bernsen pada Citra dengan Pencahayaan Baik, (d) Hasil Bernsen pada Citra dengan Pencahayaan Kurang Baik

d. Sauvola

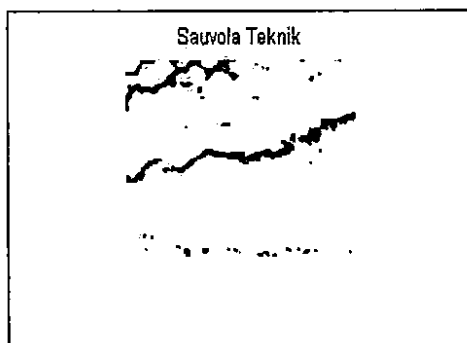
Penelitian ini melakukan pengujian ukuran 5 jendela/bloknya yaitu 10x10, 20x20,30x30 40x40 dan 50x50 dengan nilai kontras (k) 0.1. Dari hasil gambar perubahan citra setiap jendela ada pada Gambar 4.8 diketahui nilai optimal untuk kualitas *Thresholding* yang baik adalah pada jendela 50x50 karena jika nilai jendela lebih rendah maka retak pada jalan tidak akan dapat terdeteksi tetapi semakin besar nilai jendelanya maka juga memakan lebih banyak waktu dalam proses komputasinya. Proses Komputasi pada teknik Sauvola untuk 100 citra adalah 10,5 menit. Waktu perhitungan ini didapatkan dengan menggunakan timer yang ada pada aplikasi matlab saat memproses program Sauvola.



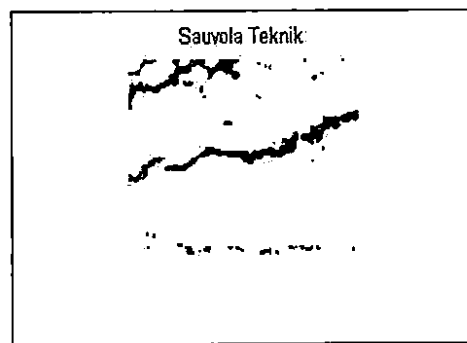
(a)



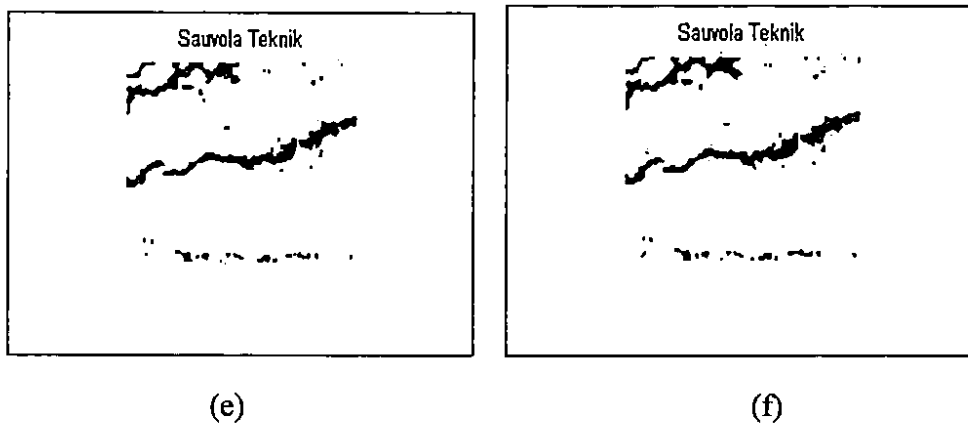
(b)



(c)



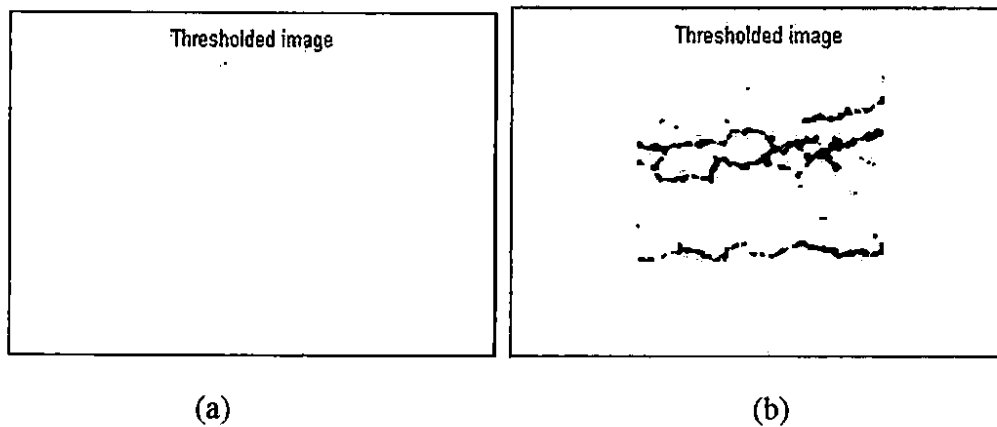
(d)



Gambar 4.8 (a) Citra Asli, (b) Jendela 10x10, (c) Jendela 20x20, (d) Jendela 30x30, (e) Jendela 40x40, (f) Jendela 50x50

4.3.3 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi Ciri berfungsi sebagai pembeda yang membedakan suatu objek yang akan di analisis dari objek yang tidak dianalisis nantinya. Contoh sebagai ciri retak atau tidak retaknya citra permukaan jalan. Pada penelitian ini ekstraksi ciri yang digunakan adalah Bwarea. Penelitian ini citra retak yang ideal jika di konversi menjadi hitam putih akan terlihat jelas garis hitam sebagai ciri dari retak jalan, sedangkan yang tidak retak akan berwarna putih atau mempunyai bintik hitam sedikit. Citra yang berwarna putih dan tidak mempunyai sedikit bintik hitam pun akan memiliki nilai bwarea yang sama dengan total jumlah piksel yang dimiliki citra RGB yaitu 19200 atau 120x160 piksel dan citra yang memiliki retak mempunyai nilai bwarea kurang dari 19200 Seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 (a) Citra Bukan Retak, (b) Citra Retak

4.3.4 Klasifikasi

Pada proses klasifikasi, setelah didapatkan data ekstraksi ciri dari 39 citra latih yang berupa nilai bwarea dengan hasil jika citra berwarna putih semua maka nilai area tersebut sama dengan nilai RGB yaitu 19200 dan dikatakan sebagai citra tidak retak. Sedangkan citra dengan lebih banyak warna hitam yang luas areanya bernilai < 19200 dikatakan sebagai citra retak, tetapi karena faktor pencahayaan yang berbeda-beda pada setiap citra maka citra tidak retak yang seharusnya berwarna putih semua dan nilai bwareanya sama dengan 19200 tidak menjadi berwarna putih semua karena ada saja derau yang menjadi bintik hitam pada citra yang bukan retak dan itu dibaca oleh menjadi citra retak pada proses klasifikasi dan untuk mentolerir bintik hitam pada citra tidak retak ini maka dalam penelitian ini menetapkan sebuah skala optimal yaitu 19100 untuk nilai area yang dibaca sebagai citra tidak retak dan nilai skala tersebut juga digunakan pada 100 citra uji.

4.3.5 Hasil Klasifikasi Pengelompokan Citra

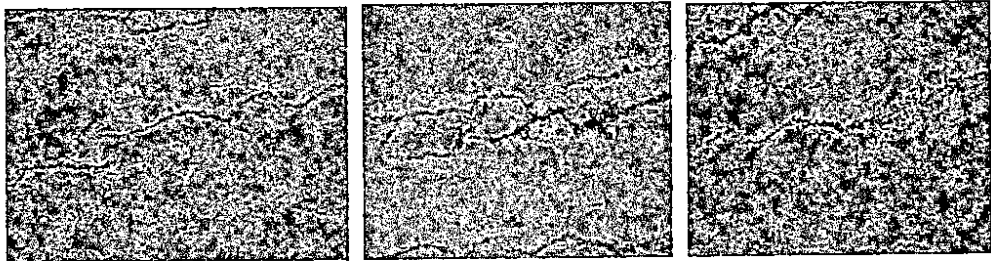
Pengelompokan data citra yaitu data citra kualitas baik, sedang dan buruk, pada penelitian ini dapat diketahui proses *Thresholding* mana yang lebih baik diantara ke-4 teknik *Thresholding* yaitu *Thresholding* manual, *Thresholding* Otsu, *Thresholding* Bernsen dan *Thresholding* Sauvola yang sudah diuji. Pada data citra kualitas baik Gambar 4.10 semua teknik *Thresholding* dapat memproses citra dengan baik menjadi citra biner dengan tingkat keakurasian pada ke-4 teknik adalah sama dengan atau diatas 85% (dapat dilihat pada Tabel 4.10), karena citra pada data kualitas baik memiliki pencahayaan yang stabil yaitu tidak terlalu terang dan tidak terlalu gelap serta tidak memiliki bayangan seperti yang terdapat pada Gambar 4.1 sehingga ke-4 teknik *Thresholding* mampu memproses citra dengan baik, setelah data citra kualitas baik.

Selanjutnya data citra kualitas sedang yang ditunjukkan pada Gambar 4.11, pada data kualitas sedang semua teknik *Thresholding* juga dapat mengubah citra menjadi citra biner dengan tingkat keakurasian yang menurun pada ke-3 teknik *Thresholding* yaitu teknik *Thresholding* manual, Otsu dan Bernsen, sedangkan teknik Sauvola tetap dapat memproses dengan baik data citra kualitas sedang dengan tingkat akurasi 100 % sama dengan akurasi pada citra kualitas baik (dapat dilihat pada pada Tabel 4.2) karena citra data kualitas sedang memiliki pencahayaan yang sedikit lebih terang dari kualitas baik dan memiliki sedikit bayangan pada citra sehingga ke-3 teknik *Thresholding* tidak cukup mampu memproses citra dengan baik.

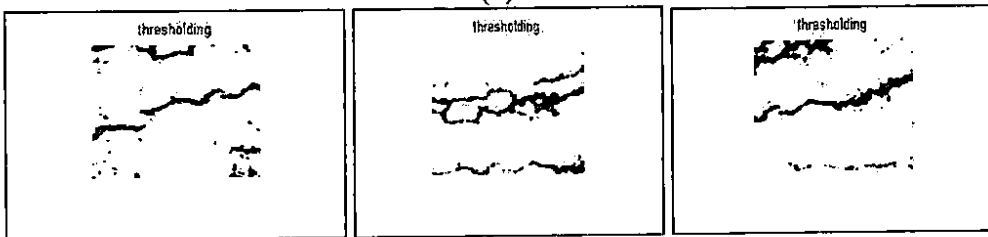
Terakhir citra pada data kualitas buruk dapat dilihat pada Gambar 4.12, ke-4 teknik *Thresholding* menurun tingkat akurasinya (dapat dilihat pada Tabel 4.3) karena citra pada data kualitas buruk ini adalah kumpulan citra yang memiliki pencahayaan yang terlalu terang atau terlalu gelap dan memiliki banyak bayangan pada citra sehingga membuat teknik *Thresholding* manual, Otsu dan Bernsen tidak dapat mengubah citra kualitas buruk menjadi citra biner dengan akurasi diatas 80% (dapat dilihat pada Tabel 4.3) karena teknik-teknik *Thresholding* ini sangat lemah terhadap pencahayaan yang lebih atau kurang serta bayangan yang terdapat pada citra sehingga tidak dapat memproses menjadi citra biner yang baik sebab nilai threshold pada teknik *Thresholding* seperti *Thresholding* manual, Otsu dan Bernsen ditentukan dari nilai Intensitas minimum dan maksimum pada citra keabuannya. Sedangkan teknik Sauvola dapat menghasilkan citra biner dengan cukup baik dari citra kualitas buruk dengan akurasi lebih dari 85% karena teknik Sauvola berkerja dengan menggunakan nilai piksel tetangganya dalam menentukan nilai *Thresholding* oleh karena itu teknik ini memiliki proses komputasi yang lebih lama dibandingkan proses komputasi ke-3 teknik sebelumnya yaitu *Thresholding* manual, Otsu dan Bernsen.

Tabel 4.1 Akurasi Data Kualias Baik.

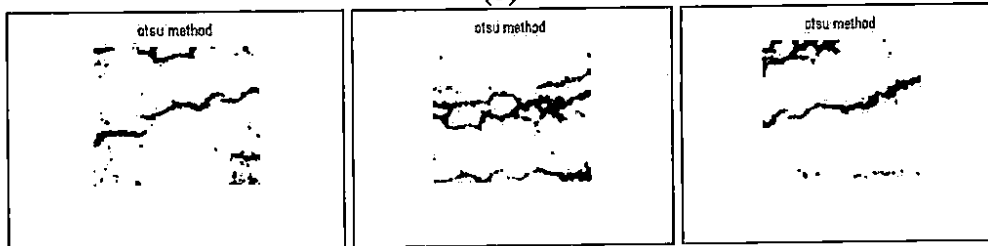
Teknik Thresholding	Thresholding Manual	Otsu	Bernsen	Sauvola
Akurasi (%)	98	86	91	100



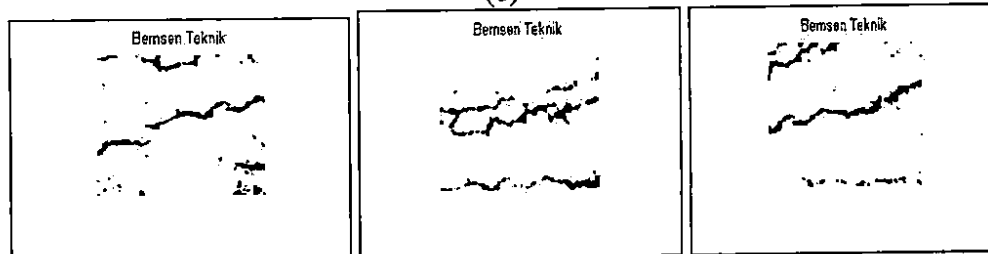
(a)



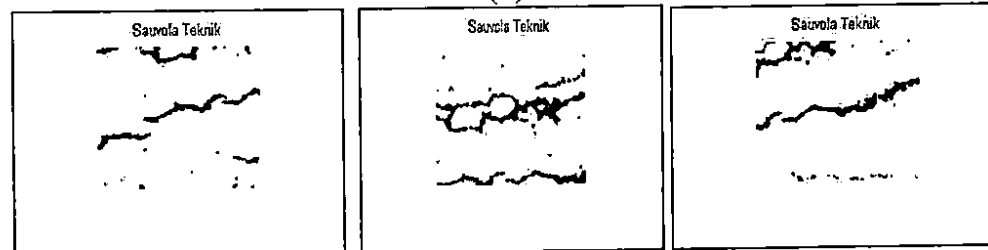
(b)



(c)



(d)

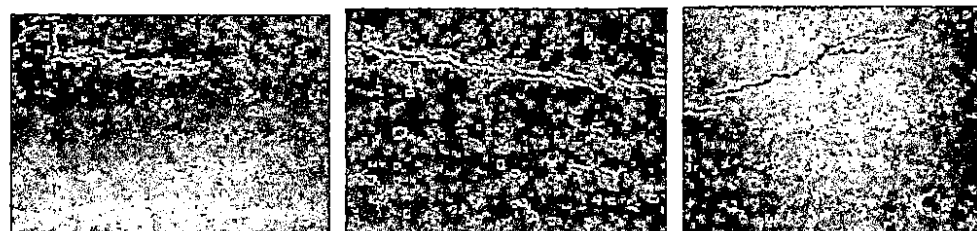


(e)

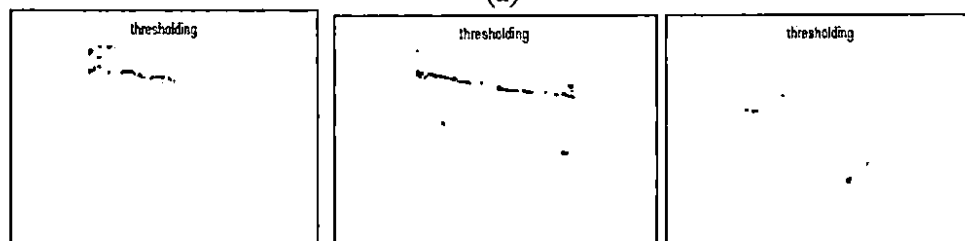
Gambar 4.10 (a) Citra Asli Kualias Baik, (b) Teknik *Thresholding* Manual, (c) Teknik *Thresholding* Otsu, (d) Teknik *Thresholding* Bernsen, (e) Teknik *Thresholding* Sauvola.

Tabel 4.2 Akurasi Data Kualitas Sedang

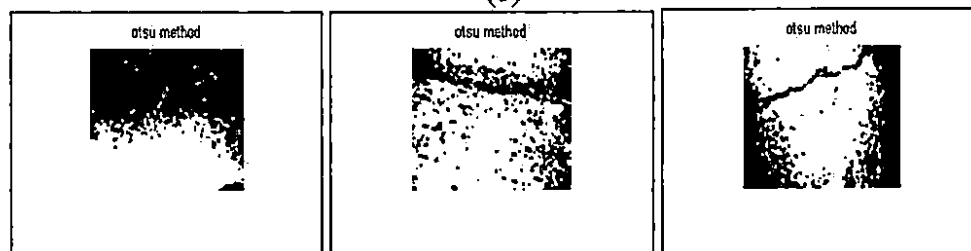
Teknik <i>Thresholding</i>	<i>Thresholding</i> Manual	Otsu	Bernsen	Sauvola
Akurasi (%)	85	77	85	100



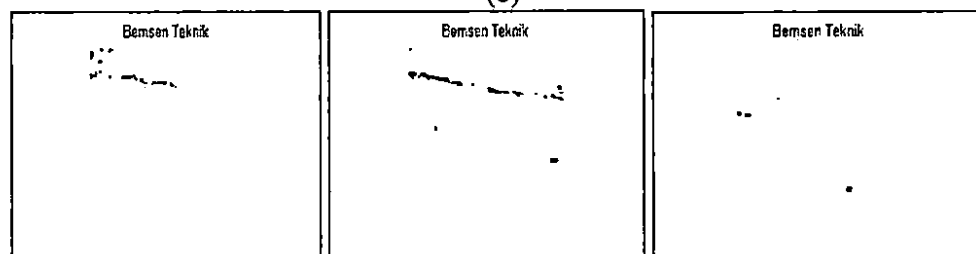
(a)



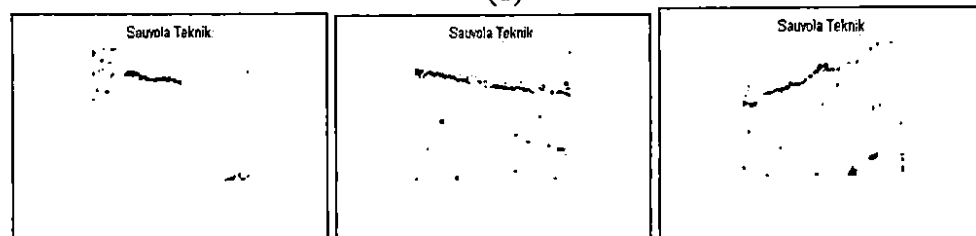
(b)



(c)



(d)

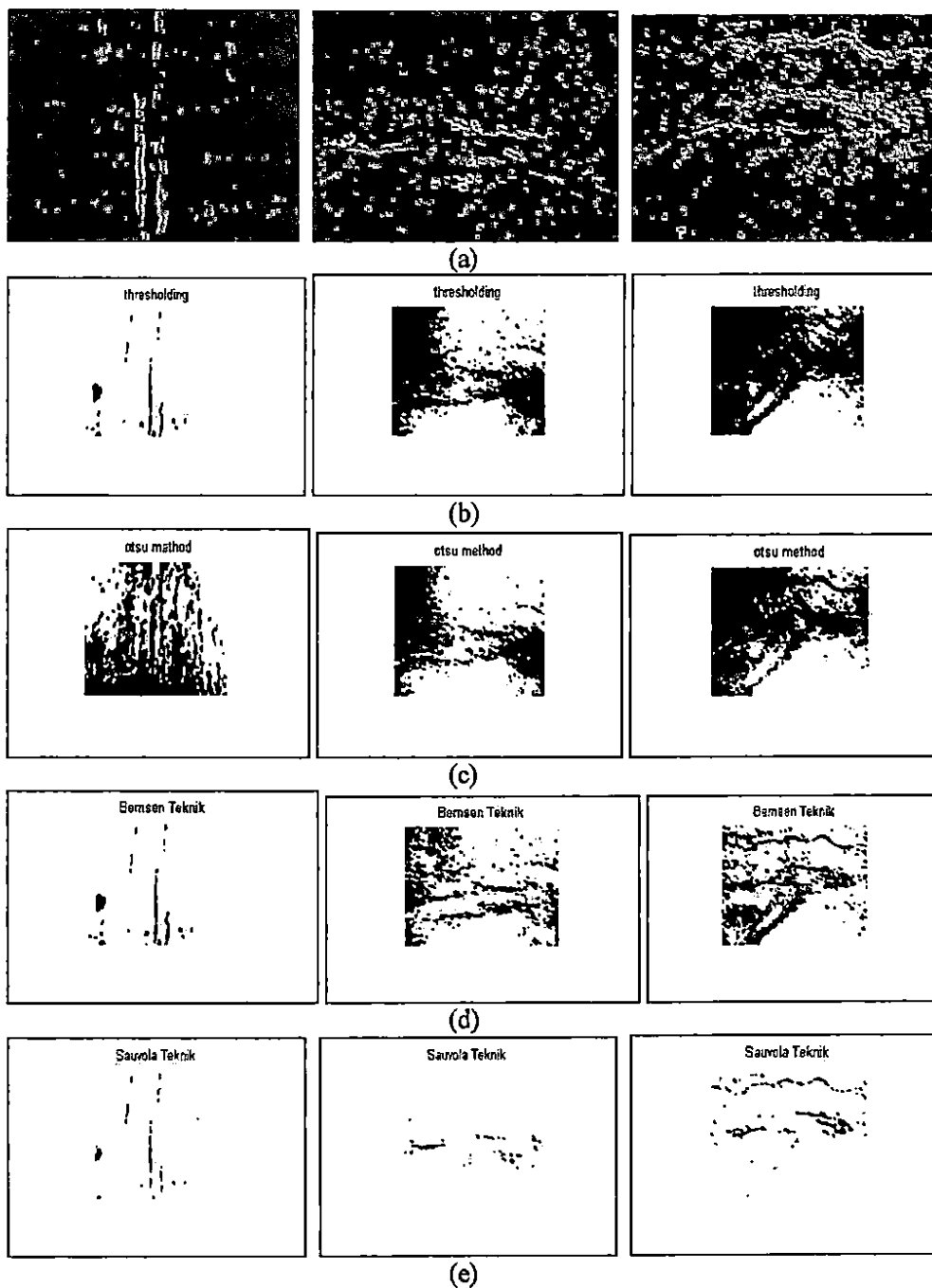


(e)

Gambar 4.11 (a) Citra Asli Kualitas Sedang, (b) Teknik *Thresholding* Manual, (c) Teknik *Thresholding* Otsu, (d) Teknik *Thresholding* Bernsen, (e) Teknik *Thresholding* Sauvola.

Tabel 4.3 Akurasi Data Kualitas Buruk

Teknik <i>Thresholding</i>	<i>Thresholding</i> Manual	Otsu	Bernsen	Sauvola
Akurasi (%)	79	75	79	88



Gambar 4.12 (a) Citra Asli Kualitas Buruk, (b) Teknik *Thresholding* Manual, (c) Teknik *Thresholding* Otsu, (d) Teknik *Thresholding* Bernsen, (e) Teknik *Thresholding* Sauvola.

4.4 Hasil Pengujian

Hasil akurasi keseluruhan citra dari ke-4 teknik thresholding ada pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Akurasi Dengan Teknik Thresholding

Teknik <i>Thresholding</i>	<i>Thresholding</i> Manual	Otsu	Bernsen	Sauvola
Akurasi (%)	88	80	88	96

Hasil deteksi retak keseluruhan adalah nilai optimum parameter pada masing-masing proses yang digunakan untuk menghitung akurasi deteksi retak pada seluruh citra. Dari 100 citra yang dicoba, teknik Sauvola mampu melakukan proses segmentasi dengan baik yaitu mampu mendeteksi 96% citra dengan benar dibanding teknik *Thresholding* manual yang hanya mampu mendeteksi 88% citra dengan benar, Teknik Otsu yang mampu mendeteksi 80% citra dengan benar, dan teknik Bernsen yang hanya juga mampu mendeteksi 88% citra dengan benar.

Kesalahan deteksi terjadi lebih dikarenakan pencahayaan dan bayangan yang tidak sepenuhnya bisa dihilangkan karena intensitas cahaya yang tinggi pada citra permukaan jalan. Teknik Sauvola lebih unggul dibandingkan semua karena teknik Sauvola mampu beradaptasi terhadap pencahayaan baik pada pencahayaan yang merata ataupun tidak. Walaupun hasil persentase hanya berbeda sedikit pada setiap tekniknya tapi Gambar yang dihasilkan oleh masing-masing teknik segmentasi ini berbeda (dapat dilihat pada Gambar 4.10, 4.11, dan 4.12). Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa segmentasi dengan teknik Sauvola lebih bagus hasilnya dibanding teknik *Thresholding* yang lain karena teknik manual hanya mengandalkan nilai dari intensitas keabuan pada citra sedangkan teknik Otsu dan Bernsen memiliki kelemahan yaitu tidak mampu memproses citra yang memiliki pencahayaan yang berlebih atau kurang dan terdapat bayangan.