

BAB IV

PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem yang dilakukan merupakan pengujian terhadap pre-processing dan CPM yang telah selesai dibuat. Dimulai dari modified tophat filter, Gaussian cropping, dan CPM.

4.1. Pengujian *Modified Tophat Filter*

Pengujian Modified Tophat filter dilakukan dengan mengekstrak *edge map* atau tepi objek pada citra input tulang belakang untuk mengurangi *noise* yang berupa tulang rusuk dan organ-organ dalam yang masih terlihat pada citra sampel sinar x. Pengujian dilakukan dengan nilai *disk* dan *attenuation factor* yang digunakan pada penelitian sebelumnya oleh Sugianto pada tahun 2013, yaitu nilai 5 untuk *disk* dan 11 untuk *attenuation factor*.

4.1.1. Tujuan

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui apakah Modified Tophat filter mampu mengekstrak *edge map* dari citra tulang belakang dan untuk mengetahui apakah Modified Tophat filter dapat memperjelas citra tulang belakang dan menghilangkan bagian-bagian lain yang tidak diperlukan.

4.1.2. Alat yang Digunakan

1. OpenCV v1.1
2. Microsoft Visual C++ 2008

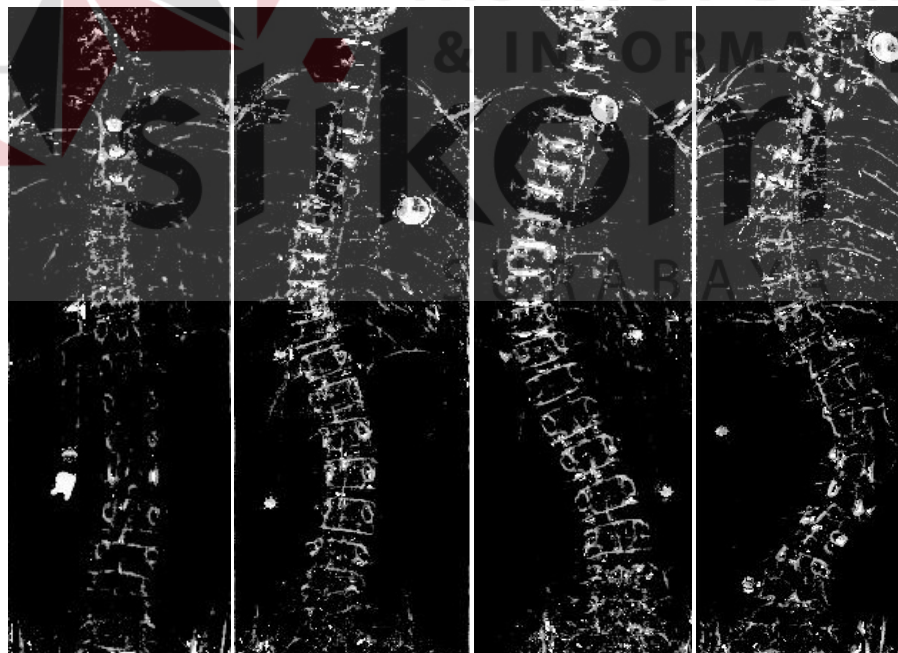
3. *Personal Computer* (PC)
4. Sampel citra *x-ray* tulang belakang.

4.1.3. Prosedur Pengujian

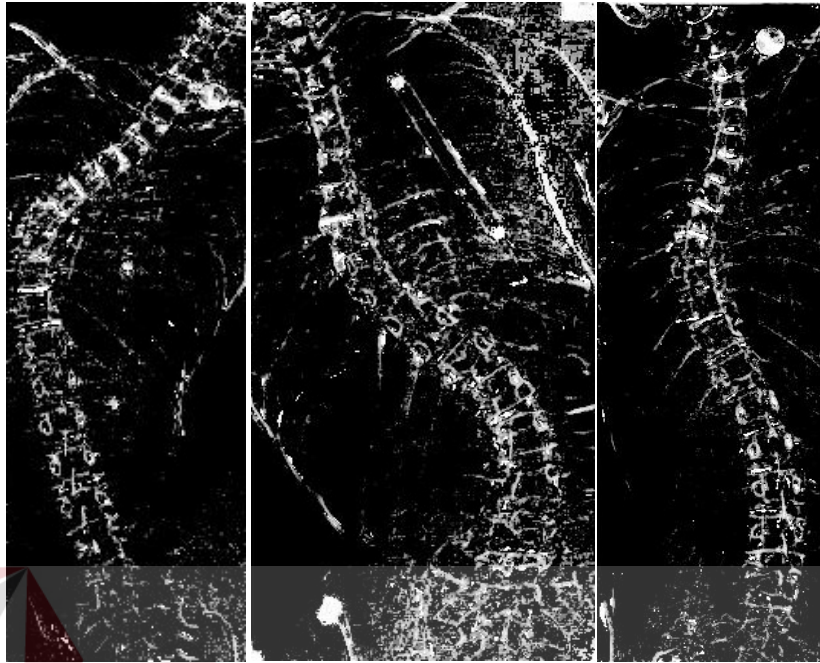
1. Menjalankan program *console* pada Microsoft Visual C++ 2008
2. Menjalankan program Modified Tophat filter.
3. Input citra sampel *x-ray* tulang belakang.
4. Jalankan program.

4.1.4. Hasil Pengujian

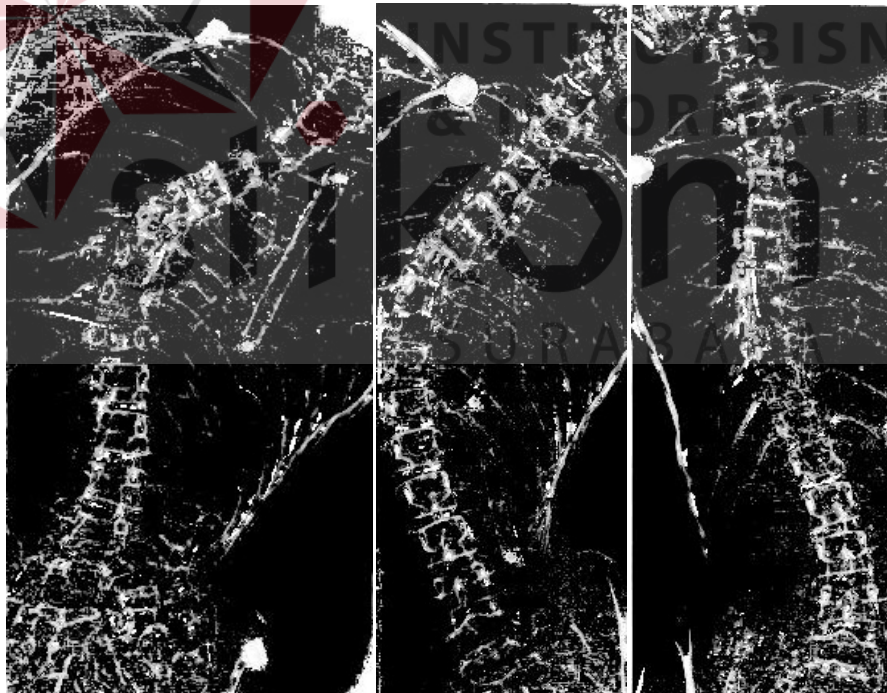
Hasil pengujian Modified Tophat filter pada 10 buah sampel yang ada ditunjukkan pada gambar 4.1 – 4.3.



Gambar 4.1 Hasil *Modified Tophat Filter* pada citra sampel 1 - 4



Gambar 4.2 Hasil *Modified Tophat Filter* pada citra sampel 5 - 7



Gambar 4.3 Hasil *Modified Tophat Filter* pada citra sampel 8 - 10

Dari hasil pengujian di atas Modified Tophat filter mampu memperjelas *edge map* tulang belakang pada sampel citra sinar x dan menghilangkan sebagian besar noise pada sekitar bagian tulang belakang.

4.2. Pengujian Gaussian Cropping

Pengujian dilakukan dengan mengaplikasikan rumus Gaussian cropping pada seluruh piksel citra untuk menghilangkan noise yang menghalangi partikel positif pada sisi kanan dan sisi kiri dari citra tulang belakang. Pengujian dilakukan dengan nilai standar deviasi yang digunakan pada penelitian sebelumnya oleh Sugianto pada tahun 2013, nilai yang digunakan adalah 10.

4.2.1. Tujuan

Tujuan pengujian Gaussian cropping adalah untuk menghilangkan noise yang menghalangi partikel positif pada sisi kanan dan sisi kiri dari citra tulang belakang.

4.2.2. Alat yang Digunakan

1. OpenCV v1.1
2. Microsoft Visual C++ 2008
3. *Personal Computer* (PC)
4. Sampel citra *x-ray* tulang belakang.

4.2.3. Prosedur Pengujian

1. Menjalankan program *console* pada Microsoft Visual C++ 2008.

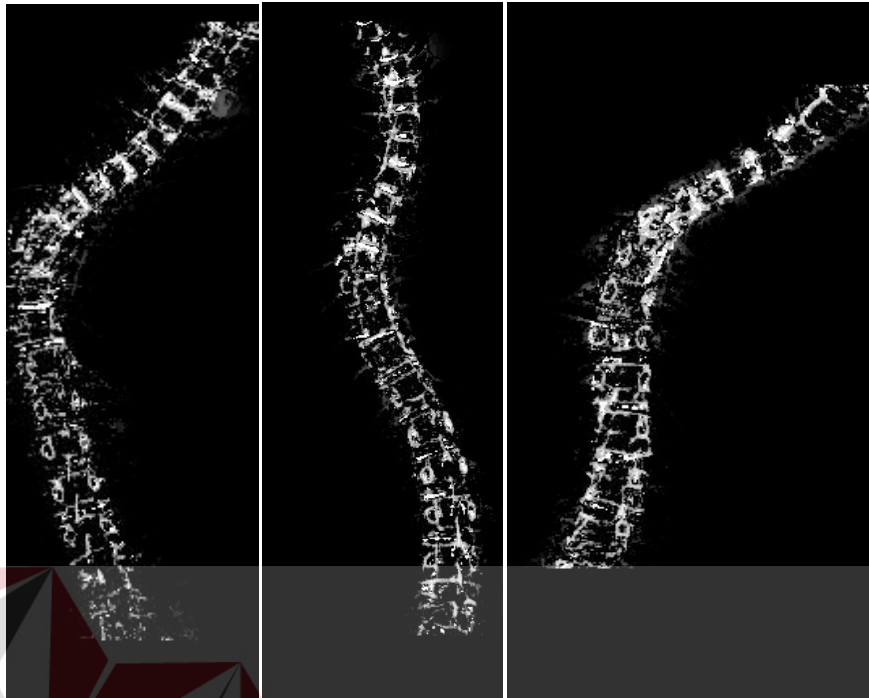
2. Menjalankan program Gaussian cropping.
3. Pada citra dari hasil Modified Tophat filter kemudian di buat *marking* / tanda menggunakan *mouse* secara perlahan mengikuti bentuk tulang belakang sehingga membentuk garis tengah pada citra tulang belakang.
4. Tekan tombol 's' ato 'S' pada *keyboard*.
5. Lihat hasil yang tampak pada *window* baru yang muncul.
6. Jika hasil yang tampak berbeda jauh dengan bentuk tulang belakang pada hasil Modified Tophat filter atau ada bagian pada citra hasil yang menggaris kebawah , ulangi proses 1 dan gerakan *mouse* secara perlahan.

4.2.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian Gaussian cropping pada 10 buah sampel yang ada ditunjukkan pada Gambar 4.4 – 4.6.



Gambar 4.4 Hasil Gaussian cropping pada sampel 1-4



Gambar 4.5 Hasil Gaussian cropping pada sampel 5-7



Gambar 4.6 Hasil Gaussian cropping pada sampel 8-10

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Gaussian cropping dapat digunakan untuk menghilangkan *noise* pada sisi kanan dan kiri dari citra tulang belakang hasil Modified Tophat filter.

4.3. Pengujian *Charged Particle Model* dan Parameter

Pengujian dilakukan untuk membuktikan bahwa CPM yang telah dijelaskan pada sub sebelumnya berjalan dengan baik, maka ujicoba dilakukan dengan citra contoh. Pengujian juga dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter yang paling tepat dengan cara dilakukan beberapa kali sambil mengubah-ubah nilai parameter.

4.3.1. Tujuan

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat bekerja sesuai dengan prosedur dan untuk mengetahui apakah CPM yang akan dipakai telah berjalan dengan baik. Pengujian juga dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter w_1 dan w_2 yang paling tepat digunakan pada pengujian ini.

4.3.2. Alat yang Digunakan

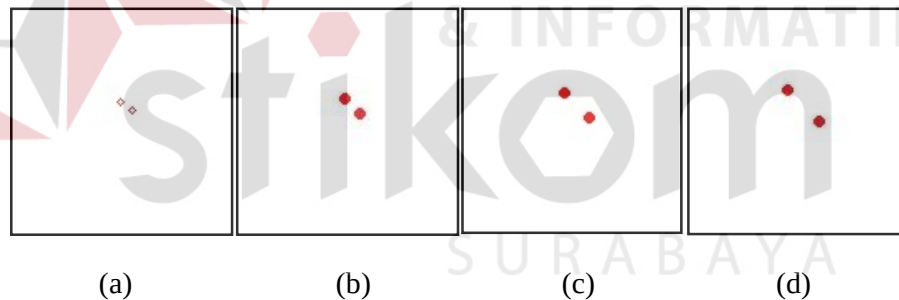
1. Microsoft Visual C++ 2008
2. Personal Computer (PC)
3. OpenCV v1.1
4. Sampel citra *x-ray* tulang belakang.

4.3.3. Prosedur Pengujian

1. Menjalankan program *console* pada Microsoft Visual C++ 2008
2. Input citra sampel sinar x tulang belakang.
3. Menjalankan program Modified Tophat filter.
4. Menjalankan program .
5. Membuat inisiasi partikel positif disekitar tulang belakang.
6. Tekan 's' atau 'S' untuk menjalankan proses segmentasi tulang belakang.
7. Melihat hasil data citra pada *window*.
8. Ulangi proses pertama untuk semua sampel yang ada.

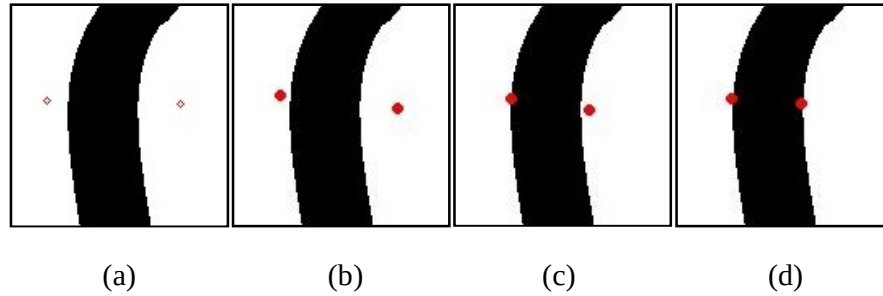
4.3.4. Hasil Pengujian

Pengujian CPM dapat dilihat pada Gambar 4.7 sampai Gambar 4.9.



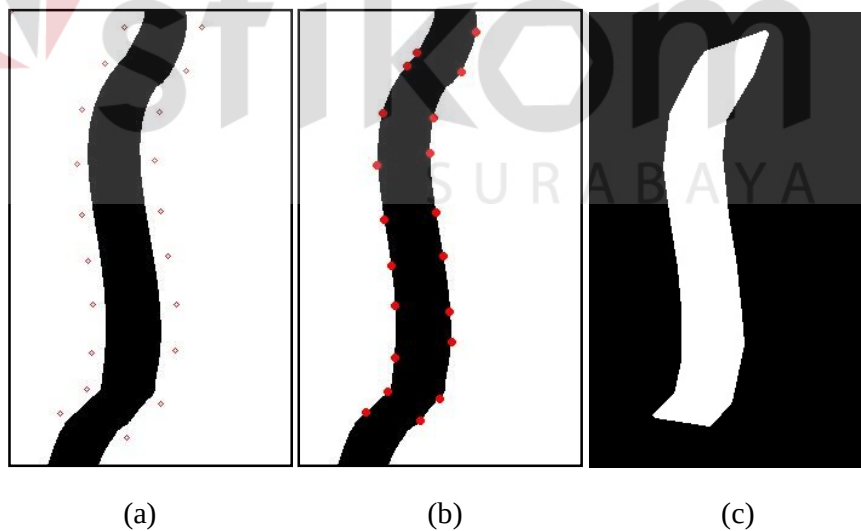
Gambar 4.7. (a). inisialisasi partikel; (b). $w_1=1$; (c). $w_1=5$; (d). $w_1=10$.

Pengujian gaya coulomb menggunakan dengan nilai $\Delta t = 0,1$ bisa dilihat pada Gambar 4.7. Pengujian dilakukan dengan memberi nilai 0 pada gaya lorentz, sehingga nilai w_2 menjadi 0 juga. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai w_1 maka gaya tolak-menolak antar partikel semakin besar juga.



Gambar 4.8. (a). inialisasi partikel; (b). $w_2=0,001$; (c). $w_2=0,005$; (d) $w_2=0,05$.

Pengujian pergerakan partikel menggunakan nilai $\Delta t = 0,1$ dan $w_1 = 1$. Pengujian dilakukan untuk mengetahui pergerakan partikel dengan nilai w_2 yang ditentukan dan jarak partikel inialisasi dengan objek. Dari gambar 4.8 dapat disimpulkan bahwa dengan nilai w_2 yang kecil partikel tidak mencapai objek yang diinginkan meskipun partikel diinisialisasi dekat objek. Dengan nilai w_2 yang cenderung besar, yaitu 0,05 partikel dapat mencapai tepi objek, namun cenderung melebihi tepi objek dan memiliki akurasi yang kurang baik.



Gambar 4.9. (a). inialisasi partikel; (b). hasil CPM; (c). hasil segmentasi.

Pengujian akurasi dilakukan menggunakan citra *S-shaped* dengan metode PSNR dimana nilai piksel dari hasil CPM dibandingkan dengan nilai piksel pada citra pembanding yang digunakan oleh Sugianto pada tahun 2013.



Gambar 4.10. Citra sampel ke 4; (a) Hasil CPM; (b) Citra pembanding.

Hasil pengujian parameter dalam persen menggunakan PSNR ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian akurasi parameter w_1 dan w_2 (dalam dB).

$w_2 \backslash w_1$	0.1	0.5	1	1.5	2
0.0007	11.171155	11.541381	11.29318	10.704293	9.974742
0.0009	10.899497	11.647787	11.511565	11.698945	10.664078
0.001	10.86363	11.431054	11.59176	11.551295	10.938296
0.003	10.200868	10.341214	10.86897	10.774478	10.545035
0.005	10.022569	9.8766731	10.267128	10.409747	10.585681

Dari tabel 4.1 dapat diketahui hasil pengujian akurasi menggunakan metode PSNR yang menunjukkan nilai dalam desibel pada parameter w_1 dan w_2 .

Dari tabel 4.1 disimpulkan bahwa program CPM yang telah dibuat bekerja dengan baik $w1 = 1.5$ dan $w2 = 0,0009$.

4.4. Pengujian *Charged Particle Model* pada Citra Sinar X

Pengujian sampel citra tulang belakang dilakukan dengan menggunakan nilai parameter $w1$ dan $w2$ yang didapat dari hasil pengujian pada sub bab sebelumnya. Pengujian dilakukan pada semua sampel yang ada dengan jumlah iterasi yang telah ditentukan.

4.4.1. Tujuan

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui apakah dengan nilai parameter $w1$ dan $w2$ yang dipakai mampu membuat *active contour* bergerak menuju *edge map* citra tulang belakang dengan iterasi yang telah ditentukan.

4.4.2. Alat yang Digunakan

1. Microsoft Visual C++ 2008
2. Personal Computer (PC)
3. OpenCV v1.1
4. Sampel citra *x-ray* tulang belakang.

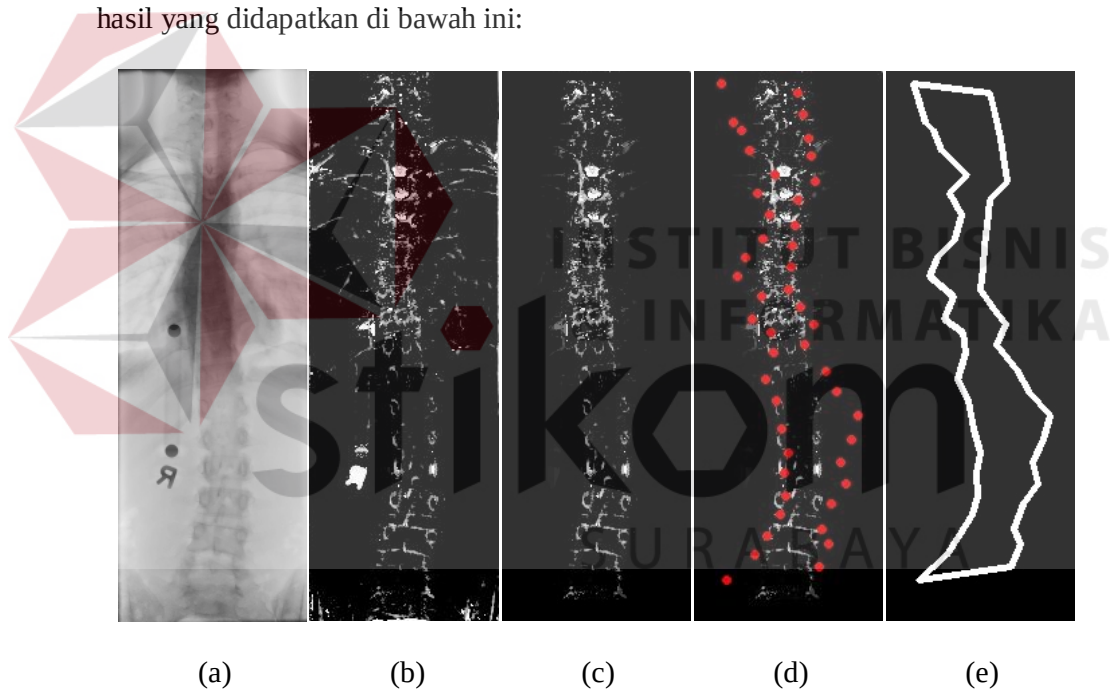
4.4.3. Prosedur Pengujian

1. Menjalankan program *console* pada Microsoft Visual C++ 2008
2. Input citra sampel sinar x tulang belakang.
3. Menjalankan program Modified Tophat filter.

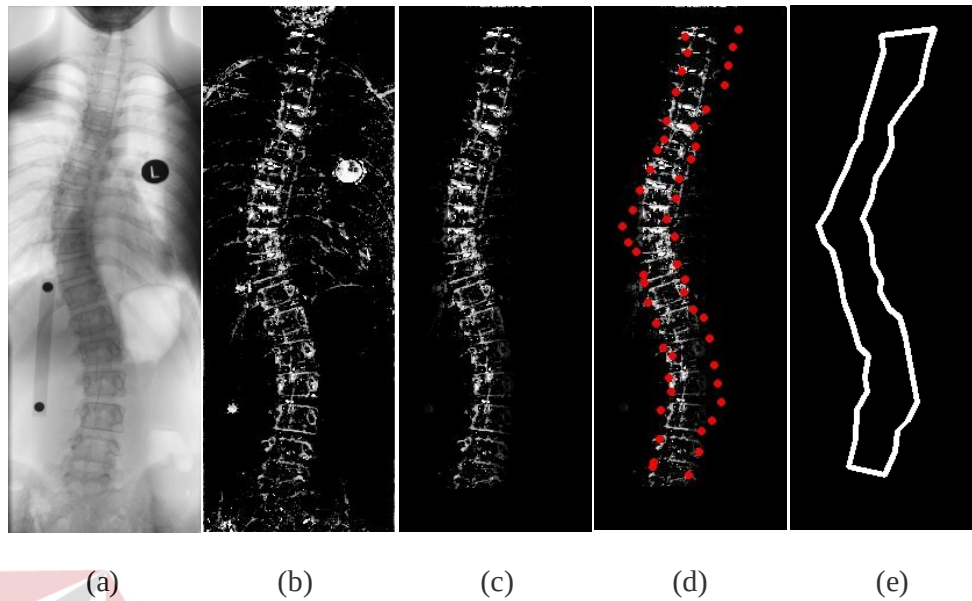
4. Menjalankan program .
5. Membuat inisiasi partikel positif disekitar tulang belakang.
6. Tekan 's' atau 'S' untuk menjalankan proses segmentasi tulang belakang.
7. Melihat hasil data citra pada *window*.
8. Ulangi proses pertama untuk semua sampel yang ada.

4.4.4. Hasil Pengujian

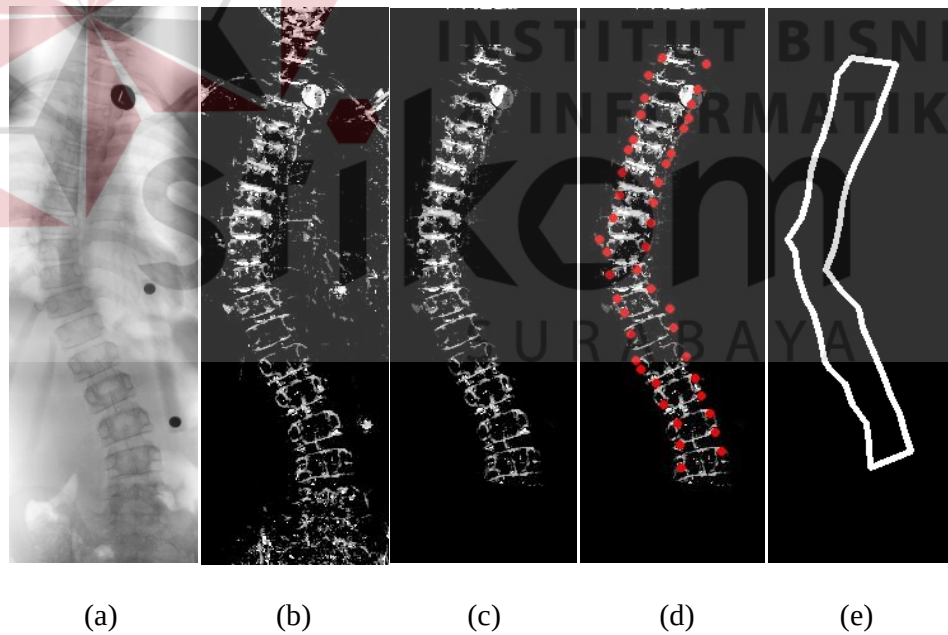
Setelah melakukan pengujian sesuai dengan prosedur diatas berikut adalah hasil yang didapatkan di bawah ini:



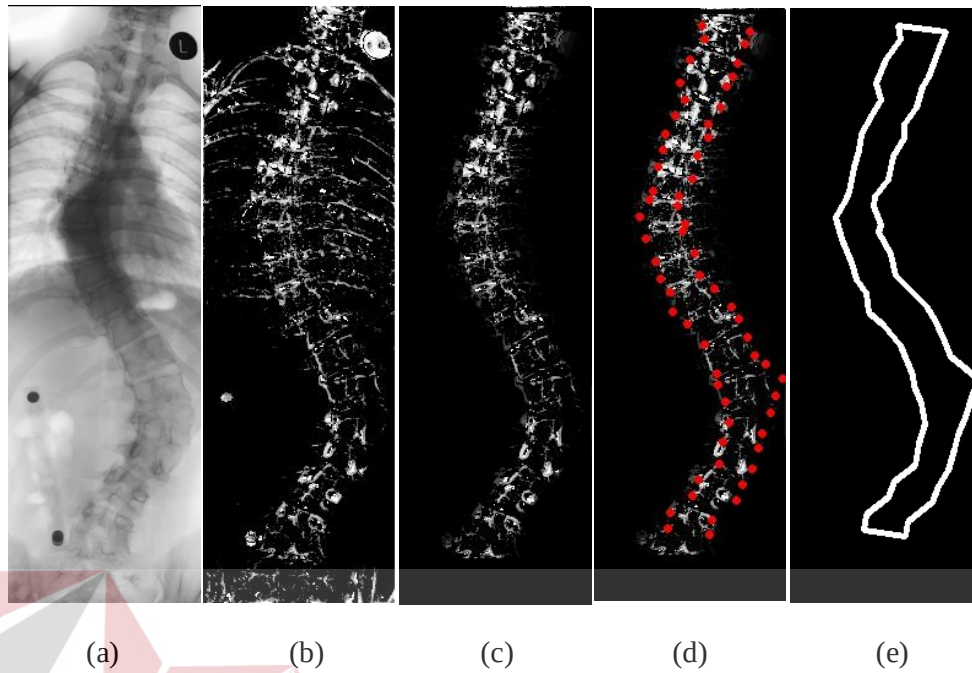
Gambar 4.11 Sampel 1; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi .



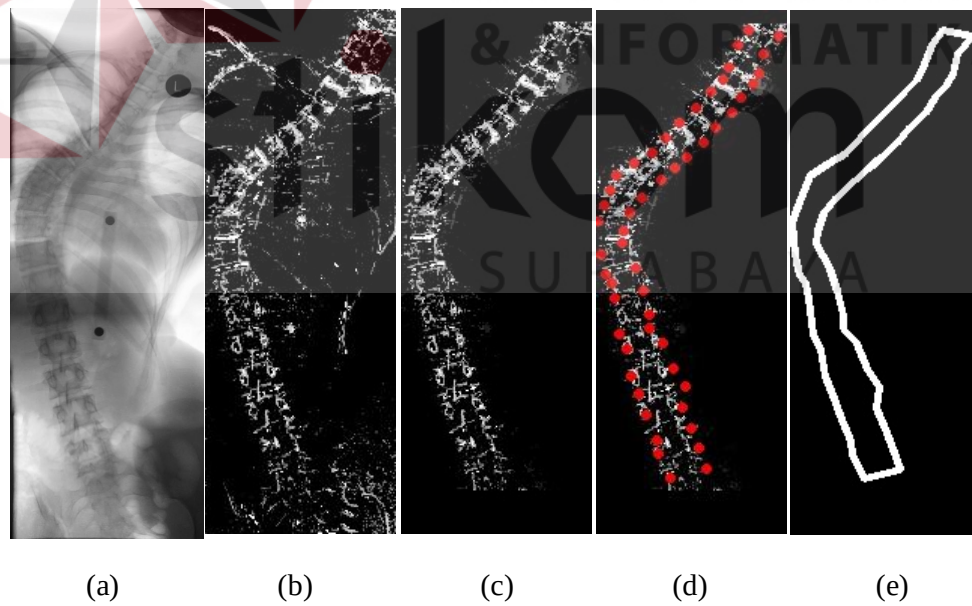
Gambar 4.12 Sampel 2; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi



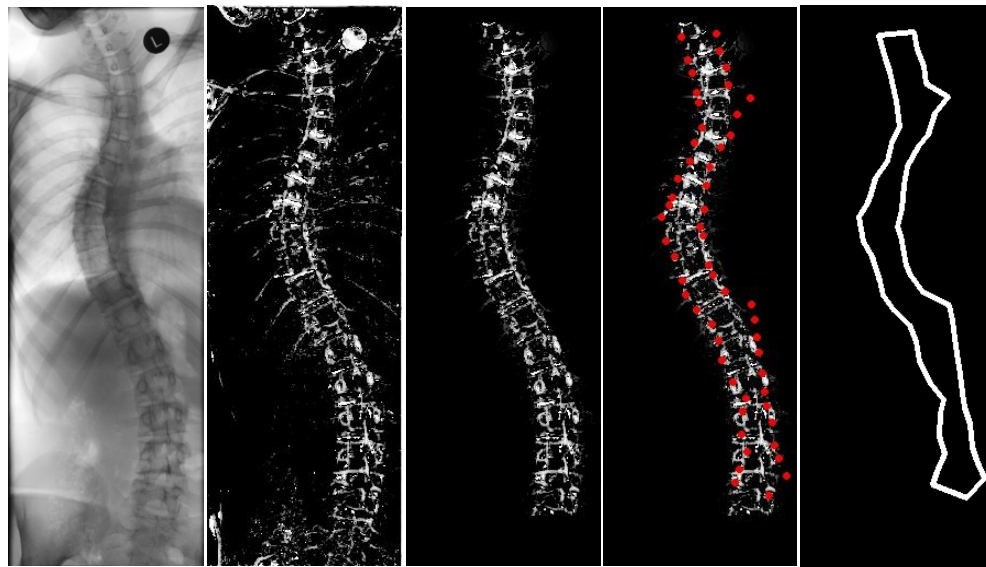
Gambar 4.13 Sampel 3; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi



Gambar 4.14 Sampel 4; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi



Gambar 4.15 Sampel 5; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi



(a)

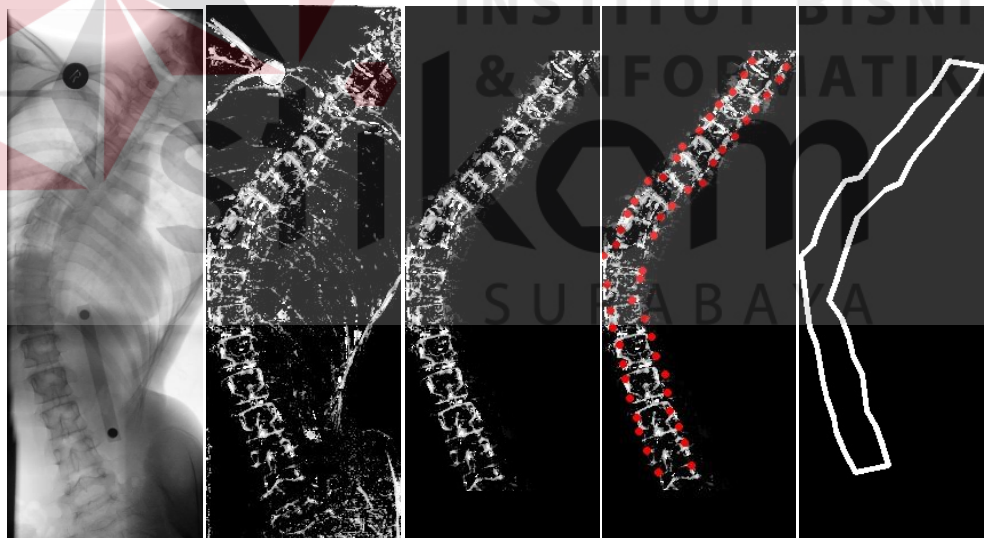
(b)

(c)

(d)

(e)

Gambar 4.16 Sampel 6; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi



(a)

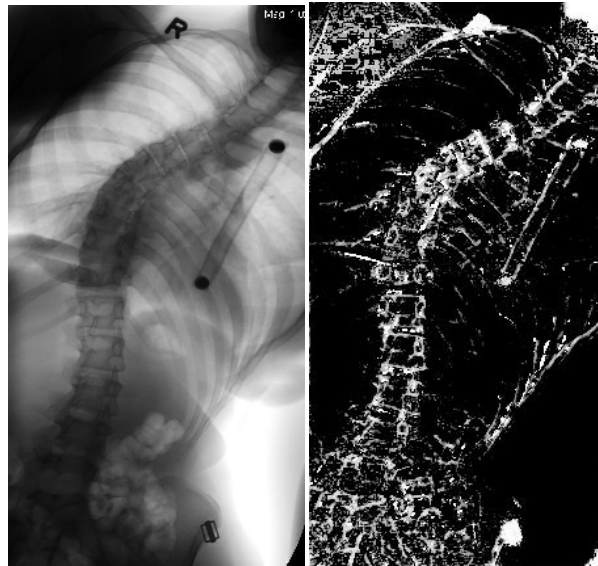
(b)

(c)

(d)

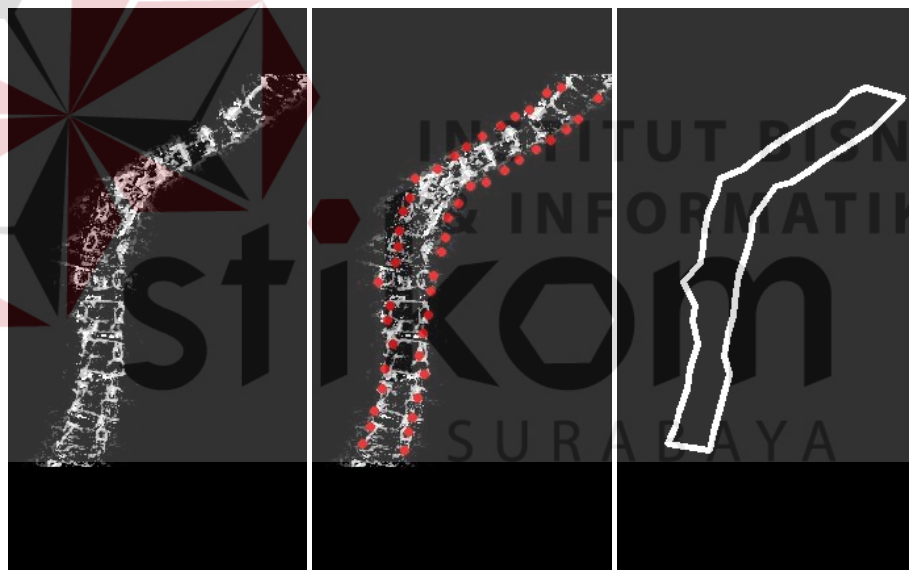
(e)

Gambar 4.17 Sampel 7; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi



(a)

(b)

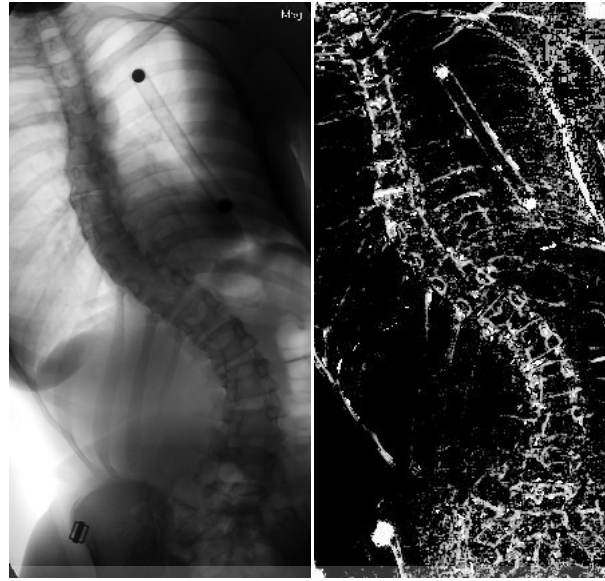


(c)

(d)

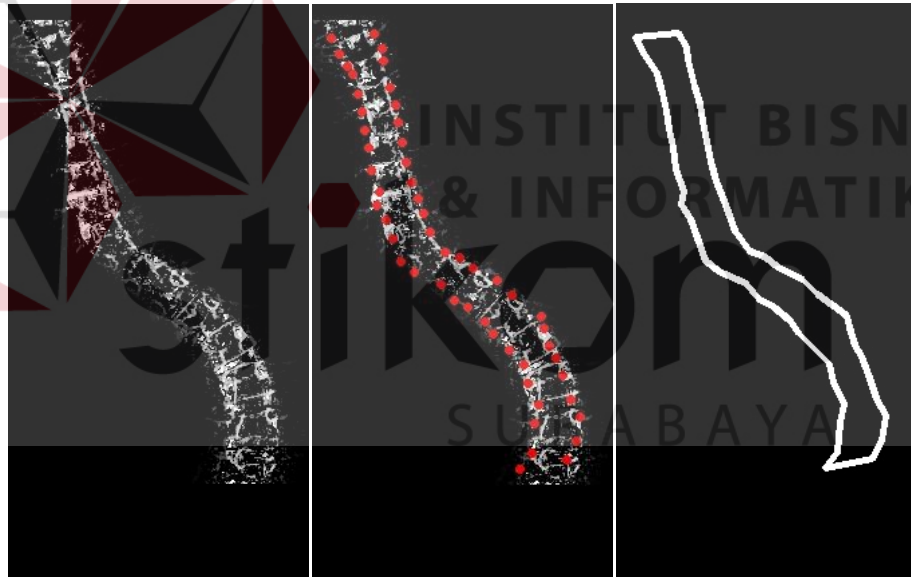
(e)

Gambar 4.18 Sampel 8; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi



(a)

(b)

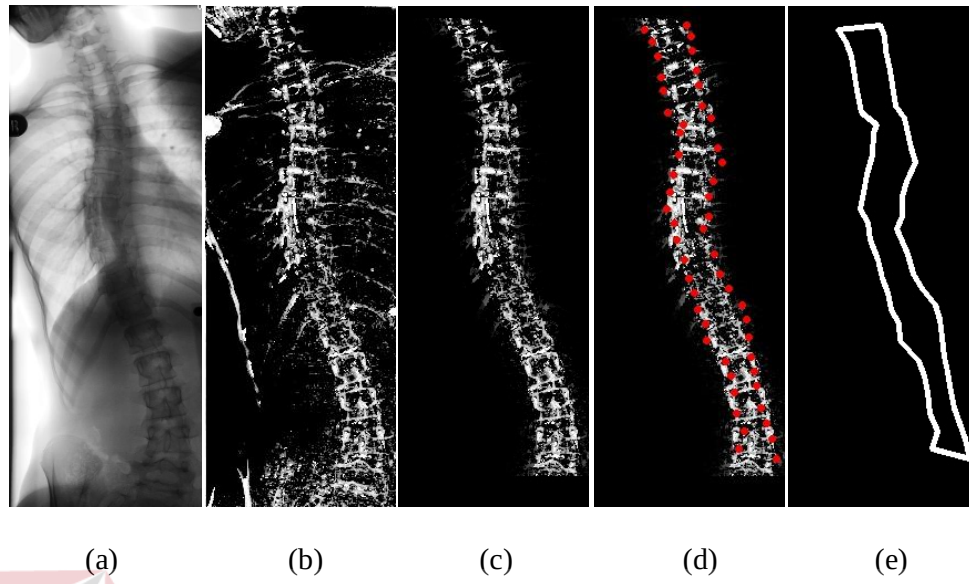


(c)

(d)

(e)

Gambar 4.19 Sampel 9; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi



Gambar 4.20 Sampel 10; (a) citra sinar x asli; (b) citra hasil tophat filter; (c) citra hasil gaussian cropping; (d) citra hasil CPM; (e) citra hasil segmentasi

Tabel 4.2 Tabel hasil pengukuran akurasi segmentasi CPM pada 10 sampel tulang belakang menggunakan PSNR (dalam dB).

Sampel	Akurasi
Sampel 1	8,941862
Sampel 2	12,213374
Sampel 3	12,850408
Sampel 4	11,698945
Sampel 5	13,673295
Sampel 6	11,988049
Sampel 7	13,015822
Sampel 8	13,378742
Sampel 9	13,782386
Sampel 10	12,670430
Rata-rata	12,421331

Dari tabel diatas dapat dihitung akurasi rata-rata dari 10 sampel tulang belakang yang ada menggunakan rumus :

$$\text{Rata-rata Akurasi} = \frac{\sum \text{Akurasi Sampel}}{n} \dots \dots \dots (4.1)$$

Dimana : akurasi sampel adalah nilai akurasi dari tiap sampel.

n adalah jumlah sampel yang digunakan.

Menggunakan persamaan (4.1) dan hasil pengukuran akurasi segmentasi CPM pada tabel 4.2 dapat diketahui rata-rata akurasi dari 10 sampel adalah 12,421331 dB .

