

# ANALISIS GEOMETRI KERNEL URANIUM OKSIDA SETELAH PENGERINGAN MENGGUNAKAN *IMAGE ANALYSIS*

Sri Ismarwanti dan Suwardi  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

**ABSTRAK** — ANALISIS GEOMETRI KERNEL URANIUM OKSIDA SETELAH PENGERINGAN MENGGUNAKAN *IMAGE ANALYSIS*. Telah dilakukan analisis geometri dengan teknik pengambilan citra dan menggunakan program *image-j* untuk cuplikan acak kernel uranium oksida setelah pengeringan yang berasal dari PTAPB-BATAN Yogyakarta tahun 2008. Analisis ini bertujuan untuk menguasai karakterisasi geometri kernel bahan bakar. Pencitraan dilakukan dengan kamera Dino perbesaran 40 kali. Analisis citra kernel uranium oksida menggunakan lima metode *preprocessing* citra yang berbeda yaitu *watershed*, *erode*, *dilate*, *open* dan *close*. Dengan metode-metode *preprocessing* citra tersebut diperoleh luas rata-rata 1,387 mm<sup>2</sup>, 1,348 mm<sup>2</sup>, 1,430 mm<sup>2</sup>, 1,385 mm<sup>2</sup> dan 1,393 mm<sup>2</sup>. *Feret's diameter* rata-rata 1,447 mm, 1,432 mm, 1,468 mm, 1,449 mm dan 1,451 mm. Kebulatan rata-rata 0,872, 0,864, 0,868, 0,867 dan 0,867.

**Katakunci:** kernel uranium oksida, *image-j*, *preprocessing* citra

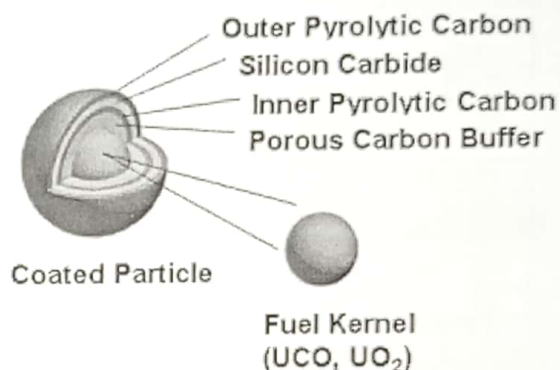
**ABSTRACT** — *DRIED KERNEL URANIUM OXIDE GEOMETRY ANALYSIS USED IMAGE ANALYSIS*. Geometry analysis used image analysis technique and *image-j* software has done for uranium oxide sample originate from PTAPB-BATAN Yogyakarta in 2008. This analysis to characterize kernel uranium oxide geometry. Imaging used Dyno camera with 40 magnification. This analysis used five image preprocessing methods, there are *watershed*, *erode*, *dilate*, *open* and *close*. That image processing methods resulted average area 1.387 mm<sup>2</sup>, 1.348 mm<sup>2</sup>, 1.430 mm<sup>2</sup>, 1.385 mm<sup>2</sup> and 1.393 mm<sup>2</sup>. The average *feret's diameter* 1.447 mm, 1.432 mm, 1.468 mm, 1.449 mm and 1.451 mm. The average circularity 0.872, 0.868, 0.868, 0.867 and 0.867.

**Keywords:** uranium oksida kernel, *image-j*, image preprocessing

## I. PENDAHULUAN

Kernel bahan bakar maupun kernel berlapis TRISO (Tristructural-isotropic) pertama kali digunakan dalam Reaktor Temperatur Tinggi (RTT). RTT merupakan salah satu jenis reaktor daya tipe maju yang mempunyai sistem keselamatan pasif dan melekat, bermoderator grafit dan berpendingin helium. Pada umumnya, reaktor menggunakan partikel bahan bakar jenis TRISO yang terdiri dari 4 lapisan, mulai dari lapisan yang paling dalam yaitu *pyrolytic carbon* densitas rendah (PyC), *pyrolytic carbon* densitas tinggi sebelah dalam (IPyC), *silicon carbide* (SiC) dan *pyrolytic carbon* densitas tinggi

sebelah luar (OPyC) seperti ditunjukkan oleh gambar 1. Diantara keempat lapisan tersebut, SiC dipandang mempunyai peranan paling penting yang berfungsi selain mempertahankan integritas mekanik partikel bahan bakar, juga mempunyai kemampuan yang efektif dalam menahan hasil belah yang bersifat logam.



Gambar 1. Kernel bahan bakar jenis TRISO.

Dalam arti yang sesungguhnya kernel adalah inti. Kernel uranium oksida adalah inti yang digunakan dalam *coated particle*. Geometri dari suatu kernel akan mempengaruhi pada unjuk kerjanya, terutama derajat kebulatan (*sphericity*) dari kernel. Hal ini banyak ditentukan dalam proses pembuatannya. Densitas kernel juga dipengaruhi oleh proses pembuatannya yaitu pada proses gelasi dimana medium untuk gelasi sangat mempengaruhinya. Dalam percobaan akan dilakukan analisis terhadap kernel uranium oksida untuk mengetahui geometri kernel dengan menggunakan kernel dari PTAPB BATAN. Dimana nantinya analisis terhadap gambar ini akan dapat digunakan untuk menentukan karakterisasi dari suatu kernel uranium oksida.

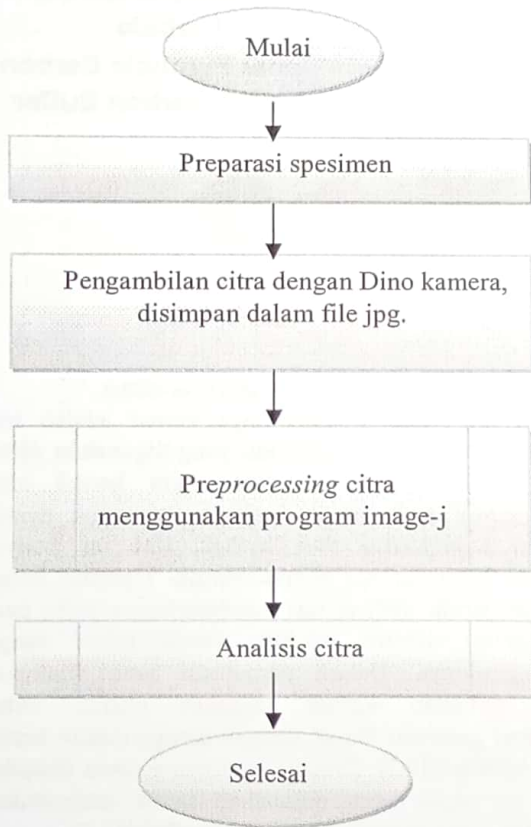
Penentuan geometri kernel uranium oksida dalam penelitian ini adalah memanfaatkan software Image-J. Software ini dikembangkan pada awalnya untuk analisis citra pada bidang kesehatan. Aplikasi software dapat langsung digunakan untuk menganalisis gambar secara dua dimensi dan dalam hasil pengukurannya akan diperoleh luasan (*area*), kebulatan (*circularity*) dan diameter terjauh (*feret's diameter*) dari obyek gambar.

Kegiatan ini bertujuan untuk menguasai karakterisasi geometri kernel bahan bakar. Penentuan geometri kernel uranium oksida dilakukan dengan teknik pengambilan

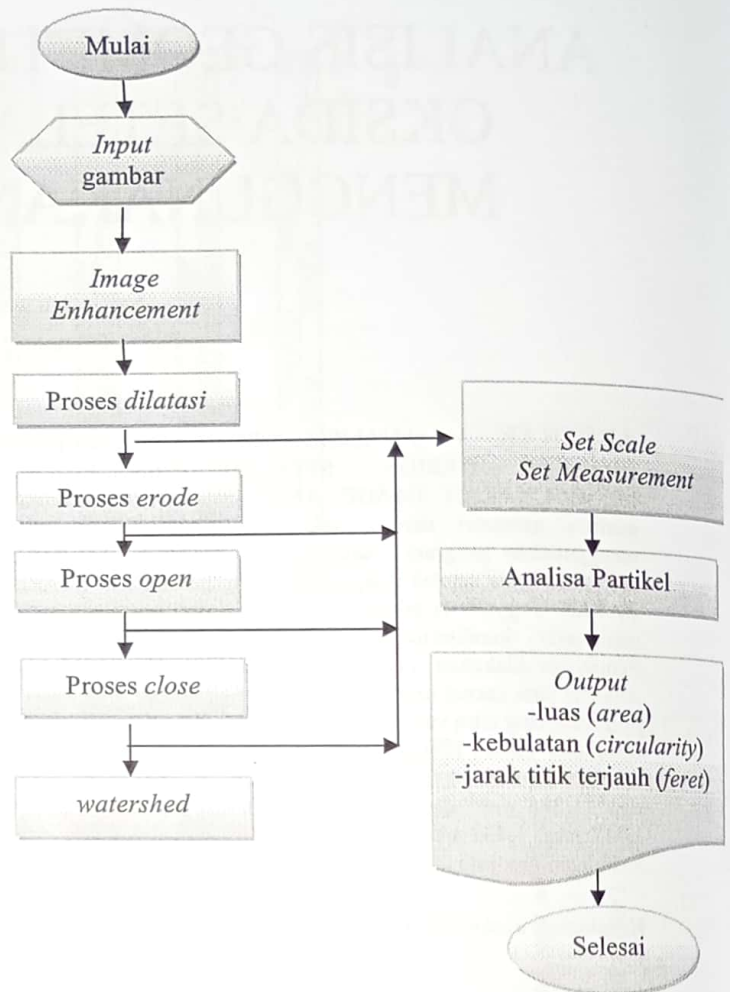
citra dan analisis dengan *image processing*. Diharapkan dengan menggunakan software *image-j* dapat mengurangi kesalahan pengukuran geometri kernel uranium oksida. Hasil karakterisasi nantinya dapat digunakan dalam penentuan karakteristik dari kernel uranium oksida yang telah dibuat.

## II. TATA KERJA

Sampel berupa kernel  $U_3O_8$  yang berasal dari PTAPB-BATAN diletakkan pada *sample holder*. Sampel kemudian diambil citranya dengan mikroskop digital DINO dengan perbesaran 40 kali. Citra yang diambil lalu diolah dan dianalisis dengan bantuan program penganalisis citra *Image-j*. Lebih jelasnya langkah-langkah analisis tersebut dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 2 dan gambar 3.



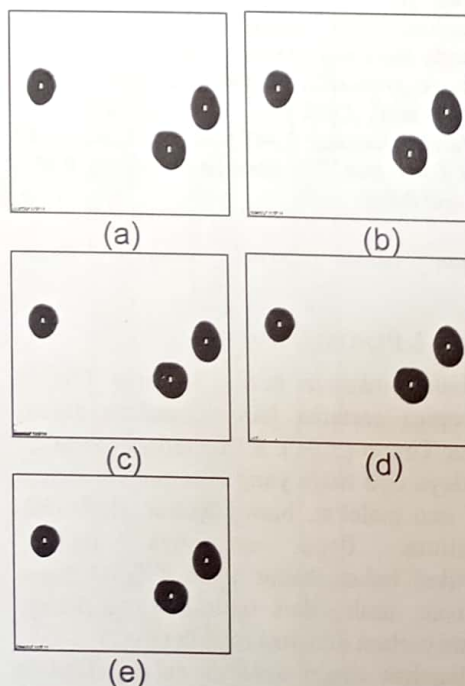
Gambar 2. Diagram alir langkah-langkah analisis



Gambar3. Diagram alir subrutin analisis gambar

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekaman tahapan analisis dan hasil contoh kernel disajikan pada gambar 4 dan tabel 1



Gambar 4. Citra kernel dengan *preprocessing* (a) watershed (b) erode (c) dilate (d) open (e) close



TABEL I. DATA HASIL ANALISIS MENGGUNAKAN IMAGE-J.

No	Watershed			Erode			Dilate			Open			Close		
	Area**	Circ.	Feret*	Area**	Circ.	Feret*	Area**	Circ.	Feret*	Area**	Circ.	Feret*	Area**	Circ.	Feret**
1	1.215	0.878	1.323	1.18	0.866	1.309	1.251	0.871	1.34	1.215	0.868	1.324	1.216	0.869	1.324
2	1.447	0.865	1.57	1.409	0.86	1.554	1.485	0.865	1.586	1.447	0.862	1.57	1.447	0.863	1.57
3	1.511	0.888	1.469	1.473	0.889	1.45	1.549	0.892	1.488	1.51	0.89	1.469	1.511	0.891	1.469
4	1.45	0.892	1.434	1.411	0.89	1.415	1.487	0.894	1.452	1.449	0.892	1.434	1.45	0.893	1.434
5	1.436	0.878	1.473	1.396	0.876	1.458	1.471	0.884	1.487	1.433	0.878	1.472	1.433	0.883	1.472
6	1.455	0.89	1.442	1.413	0.879	1.424	1.489	0.887	1.458	1.451	0.881	1.441	1.451	0.885	1.441
7	1.331	0.861	1.431	1.295	0.856	1.414	1.368	0.863	1.453	1.331	0.859	1.433	1.332	0.861	1.433
8	1.398	0.874	1.482	1.361	0.868	1.464	1.435	0.872	1.5	1.398	0.87	1.482	1.398	0.87	1.482
9	1.292	0.883	1.379	1.255	0.874	1.36	1.329	0.88	1.398	1.292	0.877	1.379	1.292	0.878	1.379
10	1.227	0.885	1.324	1.342	0.746	1.539	1.262	0.889	1.343	1.38	0.749	1.555	1.228	0.888	1.324
11	1.664	0.88	1.521	1.193	0.881	1.305	1.705	0.863	1.539	1.227	0.882	1.324	1.664	0.86	1.521
12	1.255	0.883	1.339	1.623	0.881	1.504	1.291	0.858	1.355	1.662	0.883	1.521	1.256	0.854	1.339
13	1.195	0.888	1.311	1.221	0.877	1.322	1.223	0.885	1.329	1.255	0.879	1.339	1.189	0.884	1.31
14	1.615	0.895	1.49	1.156	0.888	1.29	1.648	0.893	1.505	1.189	0.889	1.31	1.609	0.891	1.488
15	1.207	0.897	1.316	1.569	0.887	1.47	1.236	0.891	1.331	1.608	0.889	1.488	1.202	0.889	1.313
16	1.483	0.888	1.461	1.166	0.853	1.296	1.514	0.886	1.478	1.201	0.858	1.313	1.476	0.884	1.459
17	1.163	0.89	1.285	1.438	0.88	1.44	1.191	0.888	1.298	1.476	0.883	1.459	1.157	0.886	1.282
18	1.341	0.817	1.416	1.121	0.879	1.267	1.373	0.807	1.433	1.157	0.883	1.282	1.336	0.804	1.414
19	1.439	0.891	1.417	1.298	0.838	1.384	1.477	0.895	1.432	1.334	0.84	1.404	1.44	0.893	1.417
20	1.064	0.765	1.347	1.4	0.89	1.401	1.813	0.858	1.695	1.439	0.893	1.417	1.77	0.855	1.679
21	1.77	0.855	1.679	1.03	0.809	1.33	1.431	0.868	1.543	1.061	0.811	1.349	1.394	0.866	1.524
22	1.394	0.867	1.52	1.724	0.855	1.664	1.332	0.882	1.422	1.769	0.859	1.679	1.296	0.881	1.407
23	1.296	0.882	1.407	1.357	0.867	1.505	1.451	0.883	1.489	1.394	0.868	1.524	1.414	0.881	1.473
24	1.414	0.884	1.473	1.259	0.879	1.389	1.431	0.862	1.508	1.295	0.882	1.404	1.395	0.86	1.493
25	1.395	0.865	1.493	1.377	0.882	1.458	1.388	0.892	1.465	1.414	0.884	1.473	1.352	0.891	1.446
26	1.357	0.891	1.446	1.358	0.861	1.477	1.245	0.871	1.38	1.395	0.862	1.493	1.21	0.869	1.365
27	1.21	0.871	1.365	1.322	0.887	1.431	1.325	0.883	1.428	1.357	0.888	1.449	1.289	0.881	1.412
28	1.289	0.883	1.412	1.175	0.864	1.35	1.357	0.788	1.456	1.21	0.866	1.365	1.319	0.785	1.438
29	1.315	0.85	1.427	1.251	0.879	1.396	1.319	0.868	1.449	1.288	0.883	1.412	1.284	0.866	1.434
30	1.284	0.866	1.434	1.276	0.831	1.41	1.598	0.902	1.527	1.312	0.833	1.427	1.559	0.901	1.509
31	1.559	0.901	1.509	1.246	0.862	1.416	1.457	0.861	1.582	1.283	0.865	1.431	1.419	0.859	1.567
32	1.418	0.856	1.567	1.52	0.9	1.491	1.391	0.804	1.518	1.559	0.901	1.509	1.353	0.824	1.502
33	1.351	0.818	1.502	1.379	0.851	1.552	1.539	0.866	1.559	1.418	0.854	1.567	1.501	0.863	1.539
34	1.5	0.865	1.539	1.313	0.852	1.461	1.501	0.874	1.548	1.349	0.854	1.478	1.462	0.872	1.532
35	1.462	0.874	1.532	1.461	0.855	1.52	1.562	0.884	1.518	1.5	0.869	1.539	1.524	0.883	1.502
36	1.523	0.883	1.502	1.422	0.862	1.516	1.28	0.839	1.384	1.461	0.866	1.532	1.245	0.837	1.368
37	1.242	0.866	1.349	1.484	0.875	1.486	1.458	0.881	1.482	1.522	0.877	1.502	1.42	0.879	1.468
38	1.42	0.887	1.467	1.206	0.84	1.33	1.337	0.872	1.426	1.241	0.841	1.347	1.301	0.87	1.409
39	1.3	0.876	1.409	1.383	0.88	1.452	1.507	0.893	1.432	1.42	0.881	1.467	1.469	0.891	1.417
40	1.469	0.889	1.417	1.264	0.87	1.392	1.326	0.79	1.45	1.3	0.872	1.409	1.289	0.785	1.432
41	1.284	0.869	1.411	1.431	0.887	1.401	1.616	0.861	1.608	1.469	0.889	1.417	1.576	0.859	1.591
42	1.579	0.865	1.598	1.245	0.825	1.394	1.529	0.878	1.56	1.281	0.828	1.411	1.49	0.876	1.544
43	1.491	0.883	1.544	1.538	0.853	1.581	1.606	0.847	1.527	1.578	0.855	1.598	1.566	0.868	1.509
44	1.565	0.873	1.509	1.452	0.88	1.528	1.294	0.841	1.387	1.49	0.882	1.544	1.258	0.837	1.37
45	1.257	0.853	1.352	1.525	0.864	1.491	1.522	0.857	1.523	1.565	0.868	1.509	1.483	0.855	1.507
46	1.483	0.858	1.506	1.219	0.838	1.335	1.401	0.854	1.447	1.255	0.841	1.352	1.363	0.851	1.429
47	1.363	0.858	1.429	1.444	0.87	1.483				1.482	0.872	1.498			
48				1.325	0.853	1.412				1.362	0.856	1.429			
Rata-rata	1.387	0.872	1.447	1.349	0.865	1.432	1.430	0.868	1.468	1.386	0.867	1.449	1.393	0.867	1.451

Keterangan:

\* Ukuran dalam mm

\*\*Ukuran dalam mm<sup>2</sup>



Percobaan dilakukan dengan menggunakan program image-j. Awal proses adalah dengan melihat secara *visual* letak obyek yang diambil dengan mikroskop. *Pre-processing* dilakukan sebelum dilakukan analisis. *Pre-processing* yang dilakukan ada lima metode yaitu dengan proses *erode*, *dilate*, *open*, *close* dan *watershed*. Dalam melakukan proses citra ini untuk mendapatkan ukuran dalam satuan panjang (milimeter) maka harus dilakukan *set scale* atau penyesuaian skala sebelum melakukan analisis dengan cara mengambil gambar skala (disini yang digunakan adalah mistar) seperti yang terlihat pada gambar 5: Pada gambar 5 terlihat bahwa dalam ukuran gambar 1024 pixel terdapat 7 skala millimeter maka 1 pixel adalah 0.0068 mm dengan pembulatan empat angka dibelakang koma.



Gambar 5. Mistar

Banyaknya obyek yang dapat dianalisis dari percobaan adalah 48 data untuk proses *erode* dan *open*, 46 data untuk *dilate* dan *close*, 47 data untuk proses *watershed*. Perolehan banyaknya data dipengaruhi oleh *preprocessing* yang dilakukan. Proses *erode* membuat obyek gambar menjadi lebih kecil dari dimensi yang sebenarnya. Ini karena proses *erode* adalah suatu proses dimana jika terdapat A dan B yang merupakan himpunan  $Z^2$ , maka erosi A oleh B dilambangkan dengan  $A \ominus B$  dan diformulasikan sebagai:

$$A \ominus B = \{x | (B)_x \subseteq A\}$$

sehingga *feret's* diameternya menjadi lebih kecil dari semula seperti hasil di tabel 1. Perubahan dimensi ini menjadikan obyek yang mempunyai letak saling berdekatan akan menjadi terpisah sehingga program mengenali dari tiap-tiap obyek yang ada.

Proses *dilate* membuat dimensi obyek menjadi lebih besar. Hal ini karena proses *dilate* adalah jika terdapat A dan B yang merupakan himpunan  $Z^2$  maka dilatasi A oleh B dilambangkan dengan  $A \oplus B$ , dan diformulasikan sebagai:

$$A \oplus B = \{x | (\hat{B})_x \cap A \neq \emptyset\}$$

sehingga *feret's* diameter juga membesar. Perubahan dimensi ini menyebabkan obyek yang saling berdekatan menjadi seperti menjadi satu sehingga oleh program tidak dikenali sehingga tidak dianalisis.

Dengan menggunakan *preprocessing* open citra tidak terjadi banyak perubahan hal ini karena proses yang terjadi adalah proses gabungan antara proses *erosion* dan proses *dilation* dimana prosesnya adalah *erosion* kemudian diikuti dengan *dilation* seperti formula di bawah ini:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

Proses *close* hampir sama dengan proses *open* yaitu gabungan dari proses *erode* dan *dilation* yang membedakan adalah proses didahului dengan proses *dilation* kemudian diikuti *erosion* dan diformulasikan sebagai berikut:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

Proses *watershed* adalah salah satu proses segmentasi citra yang bisa digunakan untuk analisis citra dengan obyek bersinggungan, dari percobaan yang telah dilakukan tidak terlihat adanya segmentasi karena obyek telah terpisah.

#### IV. KESIMPULAN

Analisis geometri gambar kernel uranium oksida dapat menggunakan software Image-j, Parameter yang dapat dianalisis adalah luas (*area*), kebulatan (*circularity/sphericity*), diameter (*feret's diameter*). Dengan lima metode *preprocessing* citra yang berbeda yaitu *watershed*, *erode*, *dilate*, *open* dan *close* diperoleh untuk tiap-tiap metode luas rata-rata 1,387 mm<sup>2</sup>, 1,348 mm<sup>2</sup>, 1,430 mm<sup>2</sup>, 1,385 mm<sup>2</sup> dan 1,393 mm<sup>2</sup>. *Feret's diameter* rata-rata 1,447 mm, 1,432 mm, 1,468 mm, 1,449 mm dan 1,451 mm. Kebulatan rata-rata 0,872, 0,864, 0,868, 0,867 dan 0,867. Pemilihan *preprocessing* yang tepat untuk memperoleh hasil yang akurat akan dilakukan penelitian lebih lanjut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] SUSIANTINI, ENDANG, "Minyak Jarak Keyar Sebagai Alternatif Medium Gelasi Dalam Pembuatan Kernel UO2 Dengan Metode Gelasi Internal", Berkala ilmiah MIPA, Vol 16, no 2, 2006.
- [2] <http://pdm-mipa.ugm.ac.id>, diakses tanggal 15 Juli 2008
- [3] ADIPRANATA RUDY, "Kombinasi Metode Morphological Gradient dan Transformasi Watershed Pada Proses Segmentasi Citra Digital", Universitas Kristen Petra, 2005.
- [4] <http://fportfolio.petra.ac.id>, diakses tanggal 03 September 2008
- [5] PRICE, JEFFERY R., AYKAC, DENIZ., HUNN, JOHN D., KERCHER, ANDREW K., MORRIS, ROBERT N., "New Developments in Image-Based Characterization of Coated Particle Nuclear Fuel", 2006.
- [6] <http://www.ornl.gov>, diakses tanggal 08 Juni 2008
- [7] ANONYMOUS, Image-J.
- [8] <http://www.macupdate.com/info.php/id/14561/imagej>, diakses tanggal 17 Juni 2008