

APLIKASI PENGOLAHAN CITRA UNTUK ANALISIS STRUKTURMIKRO LOGAM FERRO BERDASARKAN POLA-POLA KHAS STATISTIKNYA

Yusuf Dewantoro Herlambang

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jln. Prof H Sudarto, SH Tembalang, Semarang

Telepon: 08122512721; e-mail: masyusufdh@yahoo.com

ABSTRACT

Physical characteristics analysis of metal by analyzing metal microstructures were explored to determine the metal alloys phases in an effort to improve the mechanical characteristics of metal alloys. This research studied the techniques for of digital image processing of metal microstructures followed by a classification scheme phase pattern microstructures. Image pre-processings preceded the rests to reduce normally inherent noise and to enhance get better the specific features. The extraction of the phase patterns were based on a boundary detecting masks and a technique of threshold segmentation of RGB (red, green, blue), luminans, and histogram spreads. The final steps of the phase pattern classification resorted to some autocorrelation methods based on the eigen values as the distinguishing parameters. The results worked satisfactorily indicate that the overall scheme. Quantitatively the nodular cast iron had longest randomness pattern with of a ratio of 13,18 and high carbon steel had shortest randomness pattern with a ratio of 13,72. The percentages of the image phases pattern widths of metal microstructures could be determined as well.

Keywords: *Digital image preprocessing, metals microstructures, boundary detect segmentation, histogram segmentation, autocorrelation.*

1. PENDAHULUAN

Teknik pengolahan citra (*image processing*) merupakan bidang kajian yang juga berkembang pesat dan telah diterapkan dalam berbagai aplikasi. Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya menggunakan komputer untuk menghasilkan citra manipulasi yang kualitasnya lebih baik dari citra sebelumnya, sehingga citra tersebut lebih mudah diinterpretasikan baik oleh manusia maupun mesin (Munir, 2004).

Sistem klasifikasi pola fase strukturmikro didasarkan pada ciri-ciri fisik pada penelitian sebelumnya menentukan distribusi ukuran butir dalam logam Niobium dengan menggunakan algoritma analisis citra dari hasil foto mikroskop optis dan menggunakan metode EBSD (*Electron Backscattered Diffraction Data*) untuk menghasilkan strukturmikro yang heterogen mendekati ukuran butir dan tekstur (Lins, dkk, 2003).

Menurut Mehl (1972), logam ferro adalah logam yang mengandung unsur *Fe* atau biasa disebut sebagai besi. Contoh logam ferro diantaranya adalah besi cor kelabu, besi cor nodular, baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi. Pada logam ferro, seperti besi dan baja fase-fase pembentuk logam meliputi *ferrite*, *pearlite*, dan *graphite*. Dimana dengan adanya fase-fase pada logam ferro tersebut dapat digunakan untuk memperbaiki karakteristik atau sifat-sifat logam tersebut dengan cara perlakuan panas (*heat treatment*). Sedangkan untuk logam non-ferro, seperti aluminium paduan, tembaga, dan kuningan citra yang terlihat bukan merupakan fase, tetapi merupakan unsur-unsur penyusun logam tersebut. Sehingga tidak bisa dilakukan pengolahan citra.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh operasi pra-pengolahan (*preprocessing*) citra masukan strukturmikro logam, operasi segmentasi histogram dan tekstur citra masukan terhadap batas-batas butir fase strukturmikro logam, pola-pola khas statistik nilai parameter korelasi terhadap kemiripan pola fase strukturmikro dan jenis logam, jumlah prosentase luas sebaran masing-masing fase strukturmikro logam ferro secara lebih akurat.

Sistem klasifikasi dan pengenalan pola dapat dianalisis berdasarkan pola keserupaan atau kemiripan suatu objek. Metode yang paling cocok untuk pengelompokkan (klasifikasi) pola adalah dengan *clustering* yaitu mengelompokkan nilai-nilai yang hampir sama pada area tertentu, yang kemudian nilai-nilainya dinormalisasi untuk memperoleh nilai-nilai tertentu yang mengelompok pada suatu bidang koordinat berdasarkan pola keserupaan atau kemiripan objek (Duda, 1973).

Sedangkan Gonzales (1993), menerangkan bahwa untuk dapat mengenali objek-objek yang ada dalam suatu citra, maka diperlukan beberapa proses analisis citra terlebih dahulu. Secara garis besar proses analisis citra dapat dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu: (1) *Low level processing*, untuk mempermudah pengolahan citra pada tahapan berikutnya, meliputi perbaikan citra, meliputi pengubahan kecerahan gambar, peregangkan kontras, pererataan histogram, pengembangan citra, dan penajaman citra; (2) *Intermediate level processing*, mencakup segmentasi citra. Tujuan *intermediate level processing* adalah ekstraksi citra dan membentuk komponen karakteristik dari citra; (3)

High level processing, bertujuan untuk proses pengenalan dan pengklasifikasian pola.

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua-dimensi, maka sebuah citra merupakan dimensi spasial atau bidang yang berisi informasi warna yang tidak bergantung waktu (Munir, 2004).

Pada penelitian ini operasi pra-pengolahan citra yang dilakukan meliputi: 1) perubahan dimensi citra (*resize*); 2) perubahan citra *true color* ke keabuan (*grayscale*); 3) perubahan kecerahan (*image brightness*); 4) peregangan kontras (*contrast stretching*); 5) pererataan histogram (*histogram equalization*); 6) penajaman citra (*image sharpening*), dan 7) pengambangan (*thresholding*).

Segmentasi citra berarti membagi suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan yang tertentu antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel-piksel tetangganya (Jain, 1995). Segmentasi yang dilakukan dengan teknik perambangan, maka kriteria yang digunakan adalah histogram. Segmentasi histogram berguna untuk seleksi nilai ambang batas objek. Jika segmentasi dilakukan dengan teknik deteksi tepi atau batas, maka kriteria yang digunakan adalah matriks gradien. Pendeteksian tepi dilakukan dengan dua cara, yaitu operator *Laplacian* dan operator *Gradien*.

Pendekatan statistis menggunakan fungsi autokorelasi untuk mengelompokkan pola fase pada suatu citra strukturmikro logam. Fungsi autokorelasi digunakan untuk menentukan korelasi antara nilai-nilai intensitas piksel dari suatu data atau informasi citra, fungsi autokorelasi memanfaatkan hubungan kedekatan atau kesamaan antara nilai piksel tetangganya. Keseragaman nilai piksel yang besar dapat digunakan untuk menentukan karakteristik suatu citra. Nilai piksel yang besar diambil, sedangkan nilai piksel yang rendah bisa diabaikan dan dihilangkan, karena bisa dianggap sebagai derau. Nilai korelasi (R) diperoleh menggunakan rumus:

$$R(k,l) = \frac{4}{M} \frac{4}{N} \sum_{m=0}^{127} \sum_{n=0}^{127} f(m,n) \times f(m+k,n+l),$$

dengan, $R(k,l)$ adalah nilai hasil korelasi piksel citra, $M \times N$ adalah dimensi citra asli berdimensi 128x128 piksel, $f(m,n)$ adalah posisi koordinat piksel citra, k dan l adalah variabel pergeseran koordinat piksel

citra. Kemudian dilakukan normalisasi untuk mendapatkan nilai maksimum adalah 1, menggunakan rumus:

$$\rho(k,l) = \frac{R(k,l)}{R(0,0)}, \text{ dengan } R(0,0) \text{ adalah nilai hasil}$$

korelasi piksel citra pada koordinat (0,0).

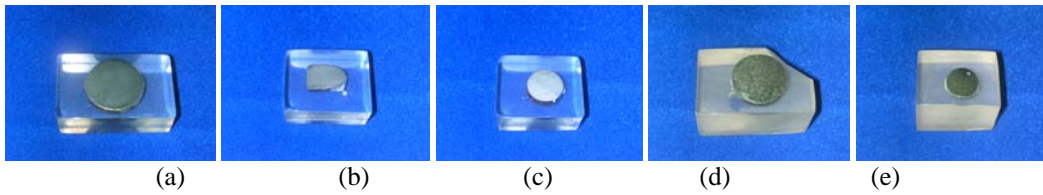
2. METODE

Penelitian ini menggunakan peralatan, diantaranya adalah: 1) Perangkat-lunak berupa: Microsoft® Windows XP, Microsoft Office, Delphi 7.0, Adobe Photoshop 7.0; dan 2) Perangkat-keras berupa: Notebook Toshiba Tecra 8100 *processor* pentium III 600 MHz (*intel*), *harddisk* 12 GB, *memory* DDR 256 MB, kamera digital Olympus C-35AD-4, 5 MP yang terintegrasi dengan mikroskop optis Olympus PMEUF200, dan *printer* HP Deskjet 3920. Lima spesimen logam ferro yang digunakan yaitu besi cor kelabu, besi cor nodular, baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi, serta mesin poles logam merk METKON model Gripo 2M *Grinder and polisher*.

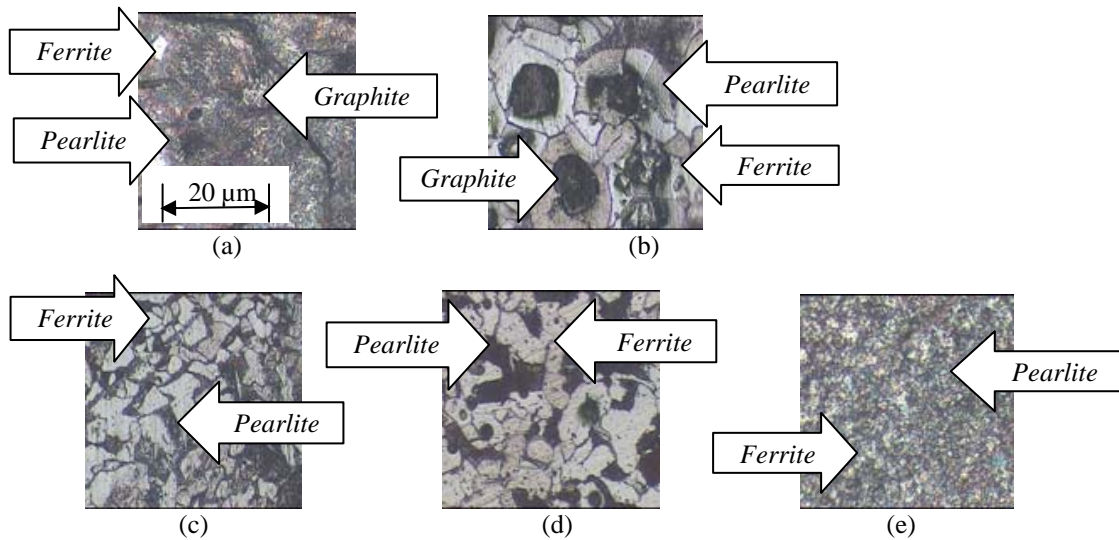
3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proses klasifikasi menggunakan sampel citra logam ferro yang terdiri atas lima benda uji yang ditunjukkan pada Gambar 1. Fase *ferrite* dicirikan dengan warna putih, sedangkan *pearlite* warna hitam bergaris-garis. Fase *graphite* untuk besi cor kelabu berbentuk seperti batang panjang hitam, sedangkan *graphite* untuk besi cor nodular berbentuk bulat hitam. Citra asli strukturmikro logam hasil pemotretan dan penglihatan menggunakan mikroskop optis dengan perbesaran 200 kali, sebelum dilakukan pra-pengolahan dapat dilihat pada Gambar 3. Setiap sampel diambil 20 kali pemotretan dengan lokasi dan jarak pemotretan yang berbeda pada setiap logam.

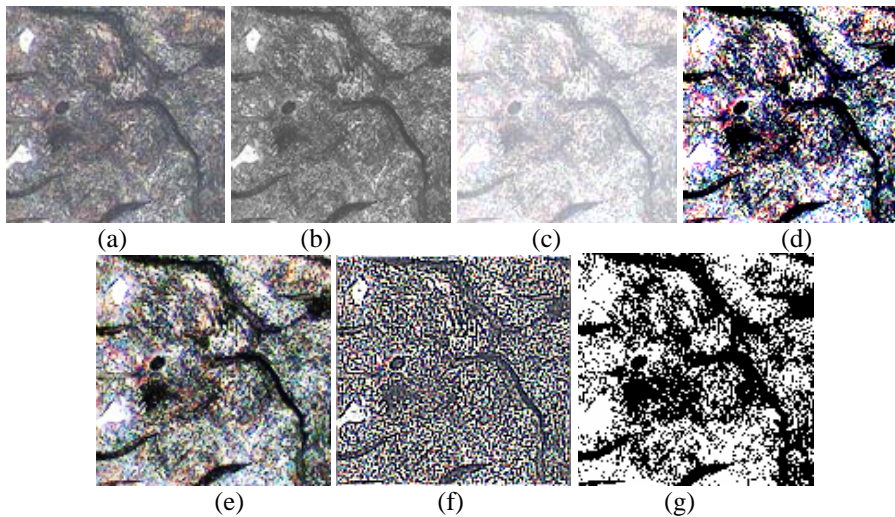
Pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 8 menunjukkan bahwa setelah dilakukan operasi segmentasi histogram dengan batas bawah 30 dan batas atas adalah 127. sumbu-x menyatakan nilai-nilai elemen warna dari piksel citra (0 sampai 255) dan sumbu-y menyatakan frekuensi dari kemunculan nilai_piksel.



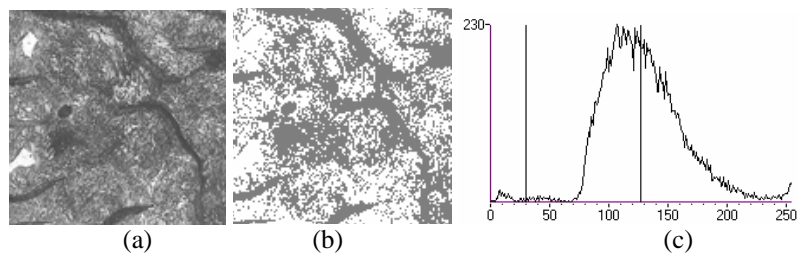
Gambar 1. Lima sampel logam ferro, yaitu: (a) besi cor kelabu; (b) besi cor nodular; (c) baja karbon rendah; (d) baja karbon sedang; dan (e) baja karbon tinggi.



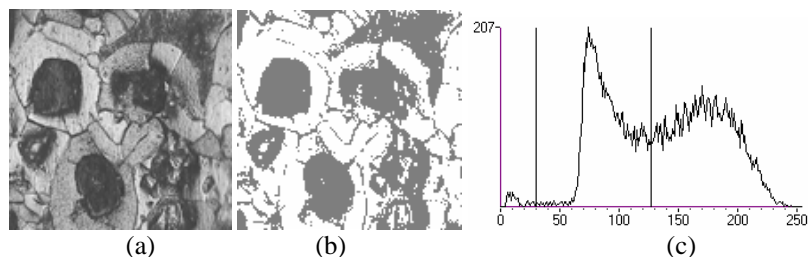
Gambar 2. Pola fase strukturmikro logam: (a) fase strukturmikro besi cor kelabu; (b) fase strukturmikro besi cor nodular; (c) fase strukturmikro baja karbon rendah; (d) fase strukturmikro baja karbon sedang; dan (e) fase strukturmikro baja karbon tinggi.



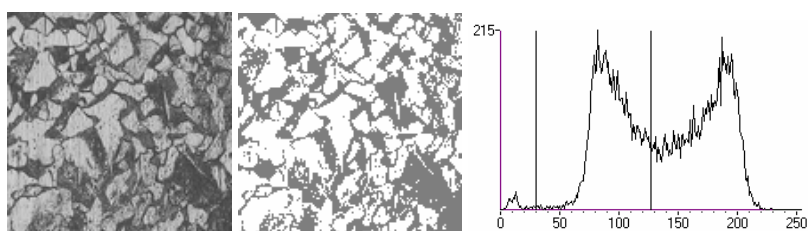
Gambar 3. Proses pra-pengolahan (*preprocessing*) pada strukturmikro besi cor kelabu: (a) citra masukan; (b) citra skala keabuan; (c) citra setelah penambahan kecerahan, $C = 90$; (d) citra setelah peregangan kontras, $P = 128, G = 5$; (e) citra setelah pererataan histogram, faktor = 1; (f) citra setelah operasi penajaman, $\alpha = 0,8$ dan (g) citra setelah operasi pengambangan, $T = 128$.



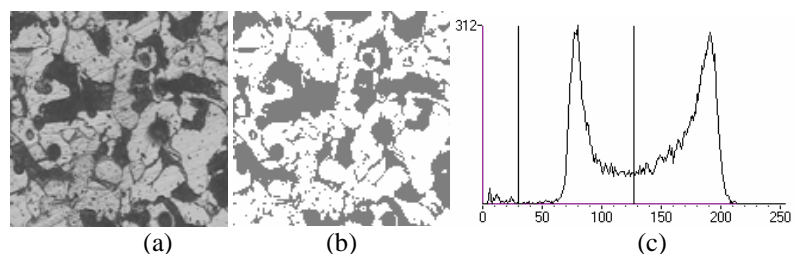
Gambar 4. Segmentasi histogram citra strukturmikro besi cor kelabu: (a) citra asli; (b) citra hasil segmentasi; (c) grafik segmentasi histogram



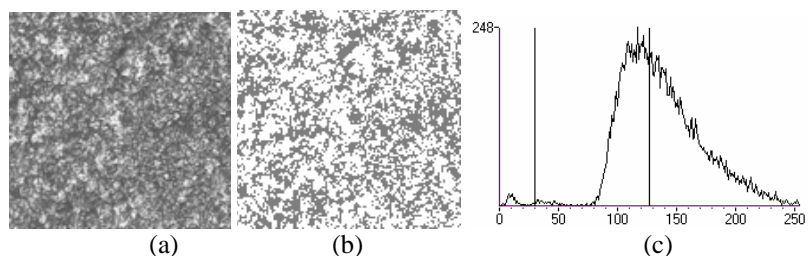
Gambar 5. Segmentasi histogram citra strukturmikro besi cor nodular: (a) citra asli; (b) citra hasil segmentasi; (c) grafik segmentasi histogram



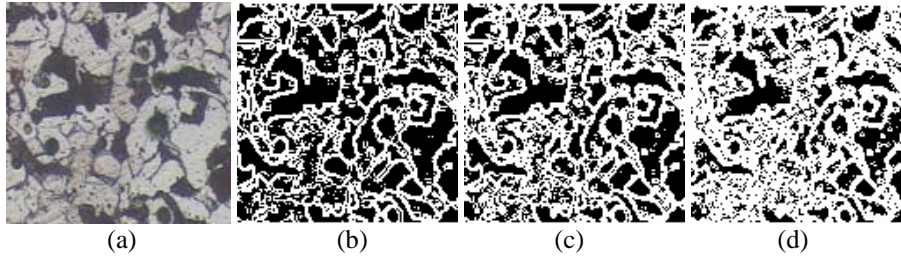
Gambar 6. Segmentasi histogram citra strukturmikro baja karbon rendah: (a) citra asli; (b) citra hasil segmentasi; (c) grafik segmentasi histogram



Gambar 7. Segmentasi histogram citra strukturmikro baja karbon sedang: (a) citra asli; (b) citra hasil segmentasi; (c) grafik segmentasi histogram



Gambar 8. Segmentasi histogram citra strukturmikro baja karbon tinggi: (a) citra asli; (b) citra hasil segmentasi; (c) grafik segmentasi histogram



Gambar 9. Citra strukturmikro baja karbon sedang hasil pendeteksian tepi

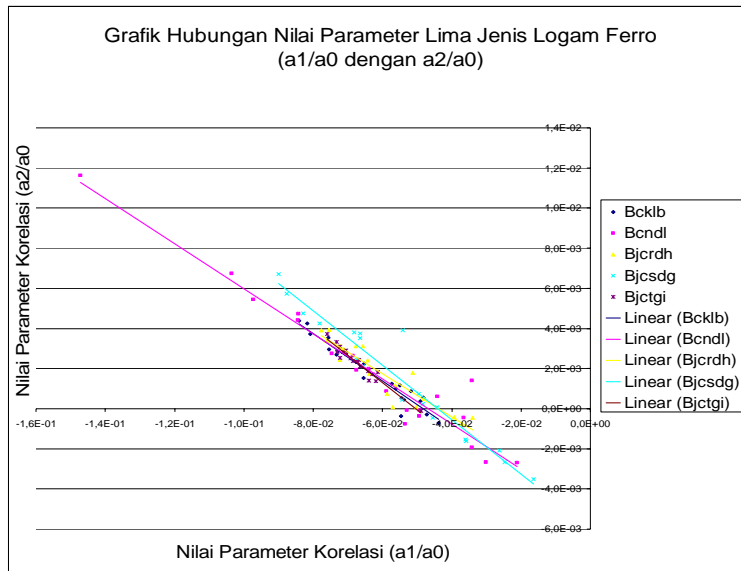
(a) citra asli; (b) citra hasil menggunakan operator *Prewitt* = 128; (c) citra hasil menggunakan operator *Sobel* = 128; (d) citra hasil menggunakan operator *Isotropic* = 128.

Pada Gambar 10 Terlihat bahwa besi cor kelabu mempunyai nilai rasio sebaran panjang paling besar, karena nilai-nilai parameter korelasinya tampak lebih rapat pada sebaran panjang dan menggemuk pada sebaran pendeknya. Citra strukturmikro besi cor nodular memiliki ciri khas (*features*) sebaran nilai parameter korelasi yang paling panjang. Hal ini dikarenakan citra strukturmikro besi cor nodular memiliki perbedaan pola atau bentuk fase strukturmikro logam yang paling menonjol, yaitu adanya fase *graphite* yang pola fasenya bulat berwarna hitam, dimana disekeliling luarnya adalah fase *ferrite* yang dicirikan dengan warna putih, sedangkan fase *pearlite* dicirikan dengan pola garis-garis lembut (*lamel*) warna hitam keabuan. Hal ini menimbulkan perbedaan warna yang sangat signifikan, sehingga juga akan mempengaruhi perbedaan nilai parameter dengan citra strukturmikro logam yang lain. Sedangkan citra

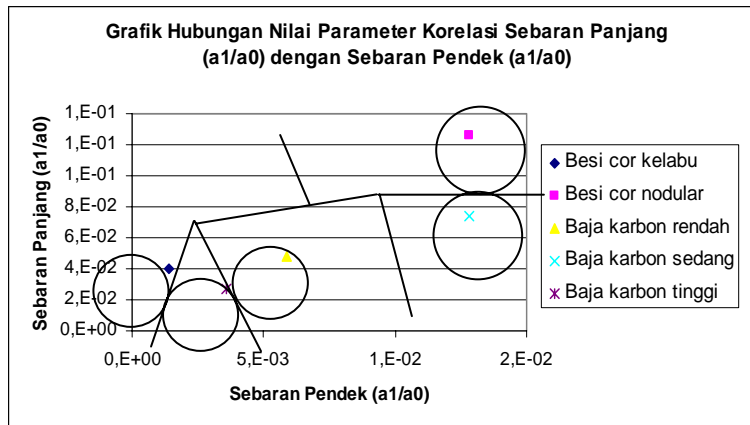
strukturmikro baja karbon tinggi memiliki ciri sebaran nilai parameter korelasi yang paling pendek. Hal ini dikarena citra strukturmikro baja karbon tinggi memiliki perbedaan pola atau bentuk fase strukturmikro logam yang hampir seragam, yaitu antara fase *pearlite* dan *ferrite* memiliki butir-butir fase yang halus dan lebih padat dan lebih rapat.

Nilai harapan (*eigen values*) dapat digunakan untuk mewakili ciri khas (*features*) pola fase strukturmikro logam, yaitu dengan cara membandingkan nilai sebaran parameter korelasi pada sumbu panjang terhadap sumbu pendek yang terdapat pada grafik sebaran nilai parameter korelasi antar lima jenis logam ferro.

Pengelompokkan berdasarkan komponen fase strukturmikro logam dan jenis logam bisa digunakan pernyataan kualitatif, yaitu dengan cara segmentasi jarak relatifnya. Seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 10. Sebaran nilai parameter korelasi lima jenis logam ferro



Gambar 11. Segmentasi terhadap jarak relatif nilai parameter korelasi

4. KESIMPULAN

- Citra strukturmikro logam dengan proses pra-pengolahan memberikan hasil kualitas citra yang lebih baik daripada citra strukturmikro logam tanpa pra-pengolahan.
- Segmentasi tekstur pola fase citra strukturmikro logam menggunakan metode pendeteksian tepi dan segmentasi histogram akan memperjelas atau mempertegas batas-batas butir fase citra strukturmikro logam, sehingga akan lebih memudahkan dalam menganalisis sifat-sifat fisis logam.
- Nilai harapan (*eigen values*) dapat digunakan untuk mewakili ciri khas (*features*) pola fase strukturmikro dan jenis logam. Sebaran nilai parameter korelasi berdasarkan sebaran panjang dan sebaran pendek (a_1/a_0 dan a_2/a_0) citra strukturmikro besi cor kelabu mempunyai ciri khusus, yaitu sebesar 23,52; besi cor nodular 13,18; baja karbon rendah 6,97; baja karbon sedang 5,54; dan baja karbon tinggi 13,72.
- Sistem ini juga bisa digunakan untuk menentukan besarnya prosentase luas sebaran masing-masing fase citra strukturmikro logam dengan menggunakan teknik pengambangan.

PUSTAKA

- [1] Duda, Richard O., and Peter E. Hart, 1973, "Pattern Classification and Scene Analysis", John Willey & Sons Inc, New York, USA.
- [2] Gonzalez, Rafael C., 1987, "Digital Image Processing", Massachusetts, Addison-Wesley, USA.
- [3] Jain, Anil K., 1989, "Fundamental of Digital Image Processing", Prentice Hall International Inc, New York, USA.
- [4] Lins, Hugo, Sandim, and Rosinel, 2003, "Determination of Grain Size Distribution in Niobium Using an Image Analysis Routine", IEEE Transaction, Volume 12, Number 1.
- [5] Mehl, Robert F., 1972, "Metals Handbook Atlas of Microstructures of Industrial Alloys", vol. 7, 8th Edition, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, USA.
- [6] Munir, Rinaldi, 2004, "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik", Informatika Bandung.
- [7] <http://ciks.cbt.nist.gov/~bentz/cemhyd3d/node8.html>
- [8] <http://www.matworld.com>