

Klasifikasi Kualitas Keramik Menggunakan Metode Deteksi Tepi Laplacian of Gaussian dan Prewitt

Ardi Satrya Afandi
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Gunadarma
Depok, Indonesia
art_dhi@yahoo.com

Prihandoko, Bertalya
Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
Universitas Gunadarma
Depok, Indonesia
{pri,bertalya}@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Pengklasifikasian kualitas keramik dari proses produksi keramik masih dilakukan secara manual menggunakan penglihatan manusia. Akan tetapi mata manusia mempunyai batas kejenuhan dan kelelahan sehingga dapat mempengaruhi keakuratan dalam penyeleksian kualitas keramik. Untuk itu fungsi mata manusia digantikan dengan suatu proses otomatisasi yang dapat mengklasifikasikan kualitas keramik secara lebih cepat dan akurat. Proses yang dilakukan adalah dengan mendeteksi cacat pada keramik menggunakan metode deteksi tepi *Laplacian of Gaussian* dan Prewitt. Kemudian dilakukan pencocokan terhadap citra keramik acuan menggunakan operasi selisih piksel untuk menentukan jenis kualitas keramik.

Keywords : Klasifikasi Kualitas Keramik, Laplacian of Gaussian, Prewitt

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini pengklasifikasian kualitas keramik masih banyak dilakukan secara manual oleh manusia. Hal ini tentu menyulitkan karena adanya batasan pada penglihatan manusia. Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, di sebuah pabrik percetakan keramik di daerah Pulo Gadung, Jakarta, proses pemeriksaan suatu keramik harus melewati proses yang amat teliti sebelum dikelompokkan berdasarkan kualitas hasil pencetakan dari setiap keramik.

Pemeriksaan dilakukan dengan cara melihat langsung jenis kerusakan yang ada pada permukaan setiap keramik. Penglihatan manusia harus secara tepat dapat melihat objek kerusakan pada permukaan keramik. Secara kasat mata, seorang manusia tanpa perlu pengetahuan yang khusus dapat membedakan keramik yang normal tanpa cacat dengan keramik yang mempunyai cacat. Biasanya, mereka hanya berbekal pengalaman dan pengetahuan yang diperoleh sebelumnya [1]. Akan tetapi penglihatan manusia pun mempunyai keterbatasan bahwa mata manusia pun akan mengalami kelelahan apalagi menghadapi keramik yang baru keluar dari mesin produksi. Hawa panas dan kejenuhan dalam menghadapi proses pemeriksaan yang monoton dapat menyebabkan ketidaktelitian dan kesalahan dalam penentuan kategori kualitas suatu keramik. Proses penyeleksian ini dilakukan tidak hanya seorang diri tapi bisa mencapai 2 – 3 orang atau lebih secara bergantian. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga keakuratan pengelompokkan kualitas keramik tetap terjaga. Akan tetapi proses penyeleksian yang dilakukan oleh

manusia secara manual ini tetap saja dapat memperlambat proses produksi dan pengepakan keramik secara keseluruhan.

Perkembangan teknologi komputer yang semakin canggih dan pengolahan citra yang sudah maju saat ini dapat diimplementasikan pada penyelesaian permasalahan pengklasifikasian kualitas keramik. Penelitian yang dilakukan oleh Elbehiery et al. [1] mengimplementasikan teknik pengolahan citra dan pengoperasian morfologikal pada proses pendeteksian cacat pada keramik. Kamera digital ditempatkan pada jalur produksi untuk mengambil citra keramik yang keluar dari mesin produksi secara online. Citra keramik yang diperoleh sangat memudahkan proses penyeleksian citra sehingga dapat ditentukan secara langsung jenis kualitas keramik.

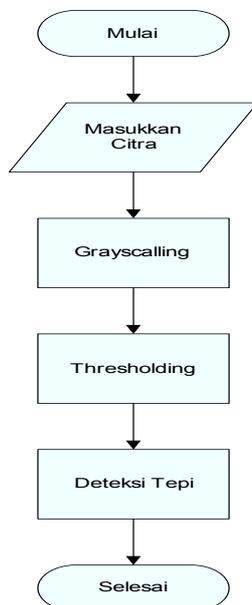
Pada penelitian ini, proses otomatisasi pengklasifikasian kualitas keramik dilakukan dengan mendeteksi cacat pada keramik menggunakan metode deteksi tepi *Laplacian of Gaussian* (LoG) dan Prewitt. Kemudian dilakukan pencocokan terhadap citra keramik acuan menggunakan operasi selisih piksel untuk menentukan jenis kualitas keramik. Kualitas dari suatu keramik diklasifikasikan ke dalam empat kategori yakni kualitas-1, kualitas-2, kualitas-3 dan kualitas-4.

II. METODE PENGKLASIFIKASIAN

Salah satu cara yang sering digunakan dalam menyeleksi objek citra adalah dengan segmentasi, yaitu membagi citra menjadi bagian yang diharapkan termasuk objek yang dianalisis. Segmentasi sering dideskripsikan sebagai proses analogi terhadap proses pemisahan latar depan dan latar belakang [2].

Secara tradisional, segmentasi didefinisikan sebagai proses pendefinisian jangkauan nilai gelap dan terang pada citra yang sebenarnya, memilih piksel dalam jangkauan ini sebagai latar depan dan menolak sisanya sebagai latar belakang. Dengan demikian, citra terbagi atas dua bagian, yaitu bagian hitam dan bagian putih, atau warna yang membatasi setiap wilayah. Salah satu metode yang efektif dalam segmentasi citra biner adalah dengan memeriksa hubungan piksel dengan tetangganya dan memberinya label. Metode ini disebut pelabelan komponen.

Konsep dasar mengenai segmentasi daerah melalui operasi *thresholding* yang bertujuan memisahkan daerah milik sebuah atau beberapa objek dan latar belakang untuk menghasilkan citra biner. *Thresholding* yaitu pengelompokan piksel dalam citra berdasarkan batas nilai intensitas tertentu adalah salah satu contoh operasi tingkat titik. Untuk memperjelas pemisahan antara objek dengan latar belakang, citra dibinerisasikan berdasarkan nilai ambang tertentu dengan metode Otsu [2]. Tahapan segmentasi citra secara garis besar dapat digambarkan dalam bentuk diagram alur pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Segmentasi Citra

Gambar 1 mengilustrasikan proses segmentasi suatu citra dengan diawali dengan memasukkan citra 2 dimensi lalu diproses untuk mengkonversi citra ke citra keabuan dan kemudian di-*threshold* dengan metode Otsu untuk mendapatkan nilai ambang sehingga citra dapat diubah menjadi citra biner. Selanjutnya dilakukan proses pendeteksian tepi objek menggunakan metode LoG dan Prewitt.

Thresholding

Misalkan pada sebuah gambar $f(x,y)$ tersusun dari objek yang terang pada sebuah *background* yang gelap [2]. *Gray-level* milik objek dan milik *background* terkumpul menjadi 2 grup yang dominan. Salah satu cara untuk mengambil objek

dari *background*nya adalah dengan memilih sebuah nilai *threshold* T yang didapat dengan metode *Otsu* yang memisahkan grup yang satu dengan grup yang lain. Maka semua piksel yang memiliki nilai $> T$ disebut titik objek, yang lain disebut titik *background*. Proses ini disebut *thresholding*. Sebuah gambar yang telah di-*threshold* $g(x,y)$ dapat didefinisikan: [2]

$$g(x,y) = \begin{cases} 0, & f(x,y) < T \\ 1, & f(x,y) \geq T \end{cases}$$

Nilai maksimum dari T adalah nilai tertinggi dari sistem warna yang digunakan dan nilai minimum dari T adalah nilai terendah dari sistem warna yang digunakan. Untuk 256-*graylevel* maka nilai tertinggi T adalah 255 dan nilai terendahnya adalah 0. Jika T hanya tergantung pada $f(x,y)$ maka disebut *thresholding global*. Jika T tergantung dari $f(x,y)$ dan $p(x,y)$ (properti lokal milik titik tersebut, misalnya rata-rata *gray-level* pada "tetangga" dari (x,y)) maka disebut *thresholding local*. Jika T tergantung dari koordinat *spatial* x dan y maka disebut *thresholding dynamic* atau *adaptive*.

Metode Otsu

Metode Otsu [2] bertujuan membagi histogram citra *gray level* ke dalam dua daerah yang berbeda secara otomatis tanpa membutuhkan bantuan pengguna untuk memasukkan nilai ambang. Pendekatan yang dilakukan oleh metode otsu adalah dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis Diskriminan akan memaksimalkan variable tersebut agar dapat membagi objek latar depan dan latarbelakang.

Deteksi Tepi

Deteksi tepi merupakan suatu teknik yang digunakan untuk pendeteksian tepi pada suatu objek dalam citra digital. Teknik deteksi tepi dilakukan dengan cara penelusuran pada citra secara horizontal dan vertikal untuk mencari perubahan nilai yang signifikan antara suatu piksel dengan piksel lain. Untuk melakukan deteksi tepi dapat dilakukan dengan teknik operasi template dan konvolusi pada citra [2,3,4]. Secara khusus, elemen-elemen *mask* dimultiplikasikan dengan pixel *grayscale* pada citra objek dan menambahkan hasil yang diperoleh dari keseluruhan *mask* kemudian direcord sebagai citra hasil yang baru. Operasi "Menyisipkan, menambahkan dan multiplikasi" ini diistilahkan konvolusi *mask*.

Operator Laplacian of Gaussian (LoG)

Salah satu metode deteksi tepi modern adalah deteksi tepi dengan menggunakan metode LoG. Deteksi tepi LoG digunakan untuk : [3,4]

- Untuk mengurangi deteksi tepi yang palsu difilter dulu dengan fungsi Gaussian
- LoG bertujuan untuk menghilangkan noise.

- Laplacian bertujuan untuk meningkatkan kualitas detail.
- Laplacian operator (HPF)

Formula yang digunakan adalah :

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (1)$$

dengan :

$$G_3(x) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \frac{f(x, y) - f(x - \Delta x, y)}{\Delta x} \quad (2)$$

$$G_3(y) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = \frac{f(x, y) - f(x, y - \Delta y)}{\Delta y}$$

Maka :

$$\nabla^2 f(x, y) = f(x+1, y) - 2f(x, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) - 2f(x, y) + f(x, y-1) \\ = f(x, y-1) + f(x-1, y) - 4f(x, y) + f(x+1, y) + f(x, y+1) \quad (3)$$

Matriks yang digunakan :

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Operator Prewitt

Proses deteksi tepi dengan operator Prewitt menggunakan persamaan :

$$s_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6) \\ s_y = (a_0 + ca_1 + a_{22}) - (a_6 + ca_5 + a_4) \quad (4)$$

Dengan bilangan konstanta bernilai 1. Matriks yang digunakan :

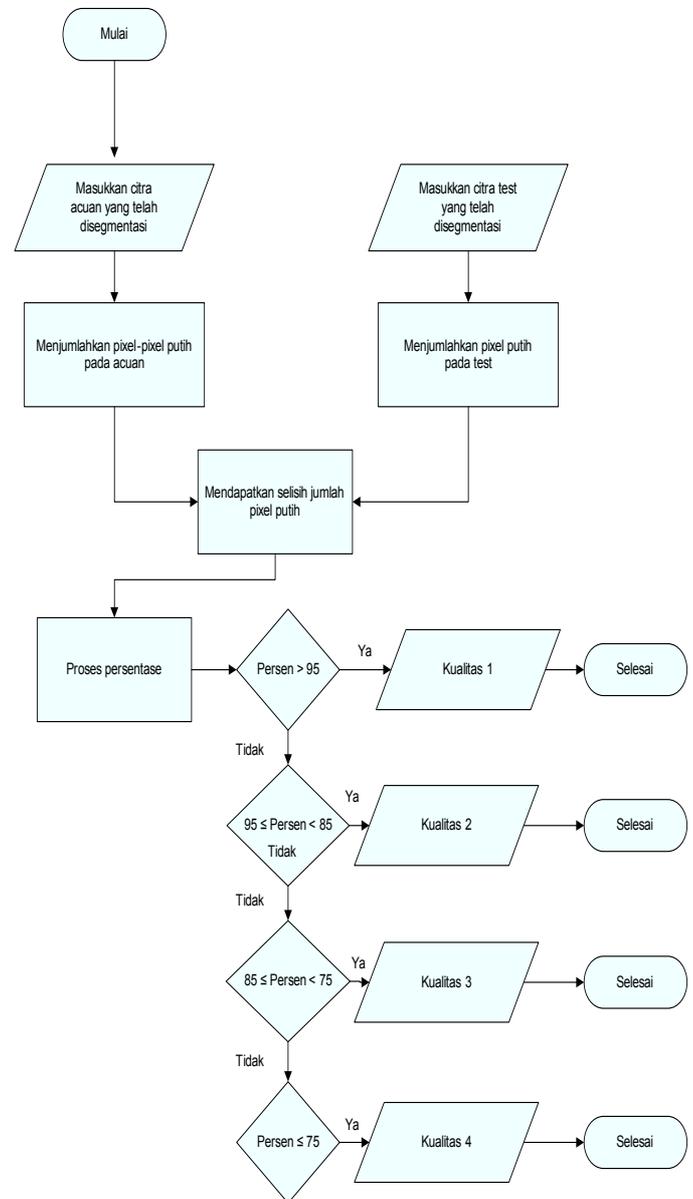
$$P_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad P_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Proses Pengklasifikasian

Proses pengklasifikasian dilakukan berdasarkan metode pengurangan jumlah piksel putih citra acuan dengan jumlah pixel putih citra uji yang hasilnya berharga mutlak, kemudian dilakukan proses persentase dengan cara perbandingan antara hasil pengurangan dengan jumlah piksel putih pada citra acuan lalu dikalikan 100. Proses ini digambarkan dalam bentuk diagram alur pada Gambar 2.

Dari persentase kesamaan tersebut dapat diketahui, keramik termasuk pada kualitas-1, 2, 3 atau 4. Jangkauan dari masing-

masing kualitas tersebut berbeda-beda, yaitu kualitas-1 dengan jangkauan nilai 100 sampai dengan kurang dari 95, kualitas-2 dengan jangkauan nilai 95 sampai dengan kurang dari 85, kualitas-3 dengan jangkauan nilai 85 sampai dengan kurang dari 75 selain dari itu dimasukkan pada kualitas-4.



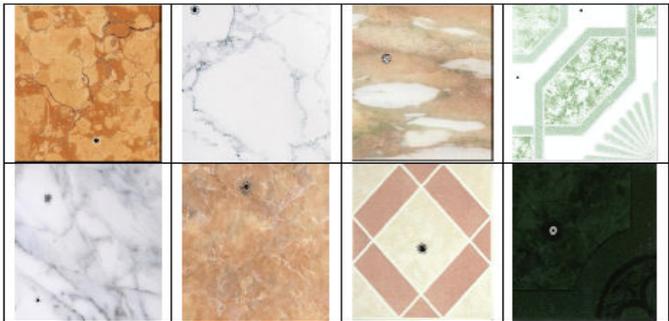
Gambar 2. Bagan Pengklasifikasian Kualitas Citra

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap 100 citra keramik yang terdiri atas 10 pola acuan dari citra keramik tanpa cacat dan setiap 1 pola memiliki kurang lebih 10 citra uji yang cacat. Perangkat lunak yang digunakan adalah MATLAB [4,5,6,]. Contoh citra keramik cacat dapat dilihat pada Gambar 3.

Cacat pada permukaan keramik dapat dibedakan atas :

1. cacat pada pinggiran dan sudut
Kerusakan ini terjadi apabila keramik terjadi benturan dengan benda keras sehingga menyebabkan sudut tidak terbentuk siku dengan baik dan bias pula menghasilkan gompel pada pinggiran keramik.

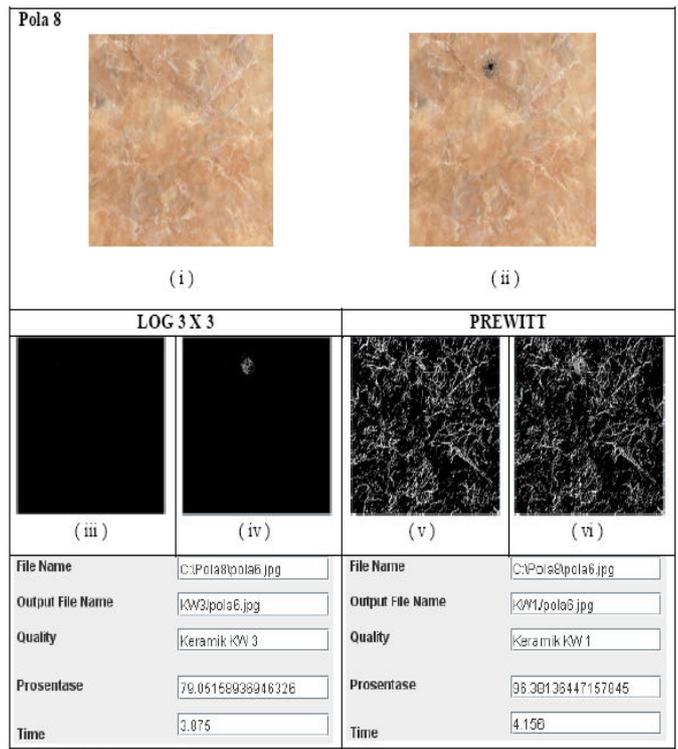


Gambar 3. Contoh Citra dengan Cacat Berlubang

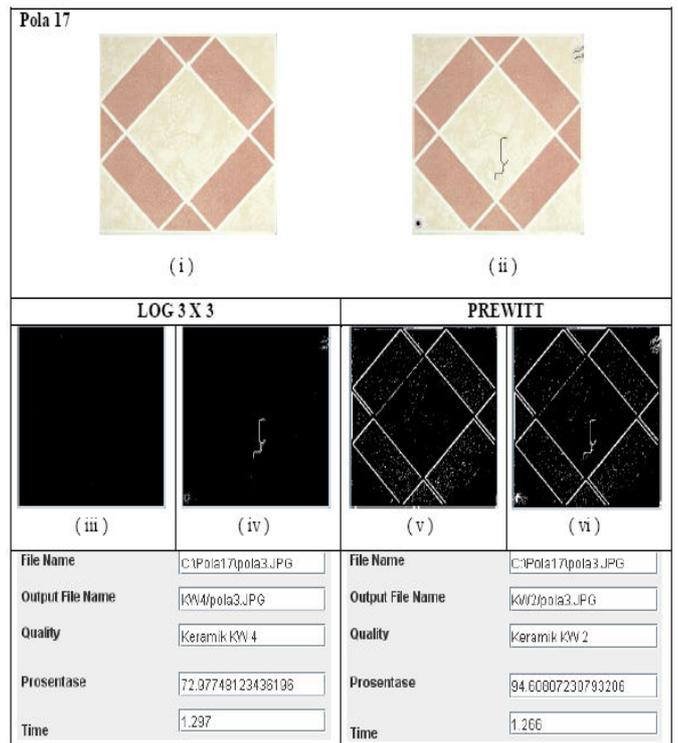
2. Retak
Kerusakan ini terjadi apabila pembakaran keramik tidak sempurna ataupun kesalahan pada pencampuran bahan pembuatan keramik sehingga menyebabkan keretakan pada permukaan keramik.
3. Goresan
Kerusakan ini terjadi apabila keramik tergesek dengan permukaan yang tidak halus.
5. Lubang
Kerusakan ini terjadi apabila pembakaran keramik tidak sempurna ataupun kesalahan pada pencampuran bahan pembuatan keramik sehingga menyebabkan keretakan pada permukaan keramik.
6. Benjolan
Kerusakan ini terjadi karena pembakaran yang tidak baik sehingga terdapat udara pada keramik.

Gambar 4 memperlihatkan citra (i) yang memiliki pola yang sangat rumit dan pada citra (ii) memiliki citra keramik yang memiliki kerusakan berlubang pada permukaan keramik. Pada kedua citra dilakukan proses segmentasi menggunakan metode deteksi tepi LoG dan Prewitt. Hasil deteksi tepi diperlihatkan pada citra (iii), (iv), (v) dan citra (vi). Pada citra (iii) dan (iv) terlihat hasil deteksi tepi citra acuan dan citra uji menggunakan metode LoG dengan menghasilkan prosentase kesamaan 79,05 dengan waktu proses 3,875 detik. Dengan hasil yang demikian citra uji ini diklasifikasikan pada kualitas-3. Pada citra (v) dan (vi) memperlihatkan hasil deteksi tepi citra acuan dan citra uji menggunakan metode Prewitt yang menghasilkan prosentase kesamaan 96,38 dengan waktu proses 4,156 detik. Citra uji diklasifikasikan pada kualitas-1.

Dari pengujian pada citra (Gambar 4) dapat disimpulkan pendeteksian tepi menggunakan metode LoG dapat menghasilkan segmentasi yang dapat memisahkan pola cacat dengan pola latar, sehingga dapat menghitung prosentase kesamaan dengan baik



Gambar 4. Hasil Proses pada Citra Keramik Berlubang



Gambar 5. Hasil Proses pada Citra Keramik Berlubang dan Bergores

Hasil pengujian berikutnya pada citra keramik dengan cacat goresan pada permukaan keramik diperlihatkan pada Gambar 5. Pada citra (i) merupakan pola acuan dan pada citra

(ii) merupakan citra uji yang memiliki cacat berlubang dan retak. Pada citra (iii) dan (iv) terlihat hasil deteksi tepi citra acuan dan citra test menggunakan metode LoG dengan menghasilkan prosentase kesamaan 72,98 dengan waktu proses 1,297 detik. Citra uji diklasifikasikan pada kualitas-4. Citra (v) dan (vi) memperlihatkan hasil deteksi tepi menggunakan metode Prewitt dengan menghasilkan prosentase kesamaan 94,61 dengan waktu proses 1,266 detik. Citra uji diklasifikasikan pada kualitas-2.

Dari hasil pengujian pada citra keramik (Gambar 5) terlihat bahwa pendeteksian tepi menggunakan metode LoG dapat menghasilkan segmentasi dengan sangat baik sehingga dapat memisahkan pola cacat dengan pola latar, sehingga dapat menghitung prosentase kesamaan dengan baik dibandingkan

Proses pengklasifikasian menggunakan metode LoG dapat mengklasifikasikan kerusakan keramik yang lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan metode Prewitt. Hal ini terlihat dari semakin banyak kerusakan maka citra uji akan dimasukkan pada jenis kualitas keramik yang lebih rendah. Berbeda dengan metode Prewitt, klasifikasi yang didapat banyak yang tidak sesuai dengan banyaknya kerusakan yang ada, ini terjadi karena objek kerusakan pada keramik tidak terdeteksi dengan baik menggunakan metode Prewitt.

Kerusakan berupa gelembung masih belum dapat diklasifikasikan dengan baik menggunakan metode LoG ataupun metode Prewitt. Ini terjadi karena pendeteksian tepi gelembung tidak tercipta dengan baik karena warna citra tepi gelembung hampir sama dengan latar keramik. Selain itu dapat disimpulkan pula bahwa Metode LoG memerlukan waktu lebih lama dalam melakukan proses pengklasifikasian, ini dapat dilihat dari waktu proses lebih lama yang dibandingkan dengan metode Prewitt pada citra yang sama.

Saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini dilakukan perbaikan citra sehingga hasil segmentasi lebih

dengan Prewitt. Terlihat pada citra (ii) cacat yang dimiliki sangat besar tetapi dengan metode Prewitt hanya mengklasifikasikan citra uji dalam kualitas-2.

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil segmentasi citra, menghasilkan area objek yang lebih baik jika menggunakan metode LoG. Hasil pendeteksian tepi objek yang dihasilkan lebih detail dibandingkan metode Prewitt karena operator LoG lebih sensitif terhadap blur sehingga dapat terbentuk area objek kerusakan dengan baik.

optimal, seperti pada pendeteksian kerusakan berupa gelembung dan pada citra keramik yang berwarna gelap. Pada citra tersebut harus dilakukan penajaman citra agar objek cacat pada keramik dapat terdeteksi dengan baik. Perlu dilakukan pula *cross check* dengan pengontrolan kualitas pada pabrik yang bersangkutan, agar bisa menetapkan persentase yang cocok dalam pengklasifikasian kualitas suatu keramik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Elbehiery, H, Hefnawy, A and Elewa, M. 2005. "Surface Defects Detection for Ceramic Tiles Using Image Processing and Morphological Techniques". *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 5.
- [2] Gonzalez, R.C. & Woods, R.E. *Digital Image Processing Second Edition*, Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [3] Rinaldi, Munir, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.
- [4] Agus, Prijono, dkk, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MATLAB*, Informatika, Bandung, 2007.
- [5] Mulyanto, dkk, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Andi, Yogyakarta, 2009.
- [6] Setiyo, Cahyono, *Panduan Praktis Pemograman Database Menggunakan MySQL dan JAVA*, Informatika, Bandung, 2006