

Deteksi Cacat Ubin Keramik Dengan Metode *K-Nearest Neighbor*

Defect Detection of Ceramic Tiles Using K-Nearest Neighbor Method

Riza Alamsyah¹, Ade Davy Wiranata², Rafie³

^{1,2,3}Magister Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

Jalan Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan 12260

Telp. (021) 5853753, Fax. (021) 5869225

Email: izarizaalamsyah@gmail.com¹, 1611602176@student.budiluhur.ac.id², rafiekom@gmail.com³

Abstrak

Perusahaan industri manufaktur harus dapat menjaga kualitas dari setiap produk yang diproduksi, termasuk perusahaan industri manufaktur yang memproduksi ubin keramik. Selama beberapa tahun, inspeksi visual secara otomatis sudah diterapkan untuk menentukan kualitas ubin keramik yang diproduksi. Sulitnya mendeteksi ubin keramik yang cacat bisa berdampak pada menurunnya kualitas hasil produksi, menurunnya tingkat kepercayaan konsumen, dan penurunan laba bagi perusahaan. Masalah yang dibahas di dalam penelitian ini adalah bagaimana mendeteksi ubin keramik yang cacat sehingga model yang dibangun dapat meningkatkan akurasi untuk mendeteksi ubin keramik yang cacat. Langkah penyelesaian masalah ini adalah dengan mengumpulkan data berupa citra dari ubin keramik, kemudian data citra dilakukan preprocessing menggunakan Median Filtering untuk menghilangkan noise salt and paper dan Teknik Morfologi untuk memperbaiki hasil segmentasi citra. Setelah dilakukan preprocessing, data citra diekstraksi ciri berdasarkan tekstur dengan menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) yang dilanjutkan dengan mengklasifikasikan data citra menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN). Hasil dari penelitian ini adalah model yang dibangun menggunakan metode K-Nearest Neighbor dapat meningkatkan akurasi untuk mendeteksi kecacatan pada ubin keramik dengan nilai akurasi sebesar 98.9474% untuk $k = 3$.

Kata kunci— Digital Image Processing, Median Filtering, Teknik Morfologi, GLCM dan KNN

Abstract

Manufacturing industry companies must be able to maintain the quality of each product produced, including manufacturing companies that produce ceramic tiles. For several years, automatic visual inspection has been applied to determine the quality of ceramic tiles produced. The difficulty of detecting defective ceramic tiles can have an impact on decreasing the quality of production, decreasing the level of consumer confidence, and decreasing profits for the company. The problem discussed in this research is how to defect detection of ceramic tiles so that the model built can improve accuracy to defect detection of ceramic tiles. The solution to this problem is to collect data in the form of ceramic tiles images, then preprocessing images data using Median Filtering to eliminate salt and paper noise and Morphological Techniques to improve images segmentation results. After preprocessing, texture image extraction data is based on texture using the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) method which is continued by classifying images data using the K-Nearest Neighbor (KNN) method. The results of this research are models that are built using the K-Nearest Neighbor method can improve accuracy to defect detection of ceramic tiles with an accuracy value of 98.9474% for $k=3$.

Keywords—Digital Image Processing, Median Filtering, Morphological Techniques, GLCM dan KNN

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, hampir semua perusahaan industri yang bergerak di bidang manufaktur dihadapkan pada suatu masalah yaitu semakin kompetitifnya tingkat persaingan yang ada. Perusahaan industri diharuskan untuk menghasilkan produk yang berkualitas agar dapat memenuhi permintaan pasar, sehingga diharapkan keuntungan perusahaan insdustri akan meningkat [1].

Perusahaan industri manufaktur harus dapat menjaga kualitas dari setiap produk yang diproduksi, termasuk perusahaan industri manufaktur yang memproduksi ubin keramik. Proses kontrol merupakan salah satu persoalan yang penting dalam persaingan antara produsen industri keramik serta mempengaruhi harga dengan melihat kemurnian dari tekstur, akurasi warna, dan bentuk [2]. Selama proses produksi ubin keramik, penggunaan bahan baku yang berbeda dan proses yang panjang mengakibatkan beberapa ubin keramik mengalami cacat pada permukaan ubin keramik [1].

Selama beberapa tahun, inspeksi visual secara otomatis sudah diterapkan untuk menentukan kualitas ubin keramik yang diproduksi. Kerumitan dalam mendeteksi ubin keramik yang cacat masih mungkin terjadi pada inspeksi visual otomatis [2]. Dengan meningkatnya permintaan konsumen, dari perspektif kualitas dan kuantitas, penggunaan inspeksi visual otomatis adalah salah satu teknologi kunci dalam industri manufaktur [3].

Penelitian dari [1] menerapkan Jaringan Saraf Tiruan dan algoritma *Backpropagation* yang diaplikasikan pada *Software Matlab* dengan hasil penelitian ini menunjukkan akurasi hampir 90%. Sedangkan [4] melakukan penelitian dengan menerapkan mekanisme yang didasarkan pada proses deteksi cacat dimensi, khususnya cacat persegi panjang dengan ekstraksi fitur bentuk menggunakan teknik morfologi. Setelah teknik morfologi yang dilanjutkan dengan menggunakan ekstraksi fitur bentuk dan informasi spasial untuk mendapatkan posisi tepi yang jelas dari sisi ubin keramik serta titik kordinat khusus untuk proses pengukuran cacat. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai akurasi 67%.

Penelitian yang dilakukan [5] mengusulkan suatu algoritma yang membagi gambar keramik ke dalam partisi dan mengidentifikasi partisi yang cacat. Selanjutnya, algoritma klasifikasi hanya diterapkan pada partisi yang cacat. Hasil simulasi menunjukkan tingkat akurasi sebesar 72%. Menurut [6], deteksi cacat dapat dideteksi dengan menggunakan operator *Rotation Invariant Measure of Local Variance (RIMLV)* dari metode statistik. Semua ubin keramik yang terdeteksi diberi label dan fitur geometri yang sesuai diekstraksi, kemudian diklasifikasikan dengan menggunakan *Support Vector Machine (SVM)*. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai akurasi 93.4%.

Penelitian yang dilakukan [7] mengusulkan sistem inspeksi otomatis untuk industri ubin keramik berdasarkan teknik pemrosesan gambar. Sistem ini dapat mendeteksi variasi warna dan cacat seperti kerusakan sudut, kerusakan tepi dan retakan tengah pada permukaan ubin. Ubin dibandingkan dengan ubin referensi berkualitas baik menggunakan konsep pengolahan gambar menggunakan perangkat lunak *Matlab*. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai akurasi 96.36%.

Berdasarkan uraian-uraian pada latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah tersebut antara lain adalah sulitnya mendeteksi ubin keramik yang cacat bisa berdampak pada menurunnya kualitas hasil produksi, menurunnya tingkat kepercayaan konsumen, dan penurunan laba bagi perusahaan. Maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas di dalam penelitian ini adalah “Bagaimana mendeteksi ubin keramik yang cacat”. Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah bentuk ubin keramik yang digunakan sebagai obyek penelitian berbentuk persegi, tingkat kecacatan yang akan dideteksi berupa garis dan gumpalan, ubin keramik yang digunakan adalah tipe *Mulia Artic*, ubin keramik yang digunakan tidak bermotif (polos), dan ukuran ubin keramik adalah 30 cm x 30 cm. Tujuan pada penelitian ini adalah model yang dibangun dapat meningkatkan akurasi deteksi kecacatan pada ubin keramik menggunakan *K-Nearest Neighbor*.

2. METODE PENELITIAN

Digital Image Processing atau Pengolahan Citra Digital adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari teknik dalam mengolah citra. Citra merupakan foto (gambar diam) dan video (gambar bergerak), sedangkan digital merupakan pengolahan citra atau gambar yang dilakukan secara digital menggunakan komputer [8]. Citra yang dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit dapat diolah dengan komputer digital. Digitalisasi citra adalah representasi dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit [9].

Algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* merupakan algoritma yang digunakan untuk klasifikasi suatu objek berdasarkan data yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Syarat nilai yaitu tidak lebih besar dari jumlah data latih, nilainya harus ganjil dan lebih dari satu [10]. Algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)*

merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan klasifikasi suatu objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut [11].

Jarak *Euclidean* merupakan kedekatan dalam satuan jarak matriks. Jarak *Euclidean* dapat dicari dengan menggunakan persamaan (1) [10].

$$D_{XY} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

dimana D = Jarak kedekatan, x = data latih, y = data uji, n = jumlah atribut individu antara 1 sampai dengan n , f = fungsi *similitary* atribut i antara kasus X dan kasus Y .

Tekstur merupakan suatu sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat atau karakteristik tersebut dapat berulang dalam daerah tersebut. Tekstur merupakan keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan piksel-piksel dalam suatu citra [12]. Kookurensi merupakan kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level suatu nilai piksel yang bertetangga dengan satu level suatu nilai piksel dalam jarak (d) dan sudut (θ) tertentu. Jarak dinyatakan dalam satuan piksel dan lokasi dinyatakan dalam satuan derajat. Orientasi dilakukan dalam empat arah sudut yang berbeda dengan interval sudut 45° , yaitu $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ dan 135° . Jarak antar piksel biasanya ditetapkan sebesar 1 piksel [13].

Penelitian yang dilakukan [14] mengusulkan berbagai jenis ciri tekstural yang dapat diekstraksi dari matriks kookurensi, yaitu Energy atau Angular Second Moment (ASM) yang dinyatakan dengan persamaan (2), Contrast (Con) yang dinyatakan dengan persamaan (3), Correlation (Cor) yang dinyatakan dengan persamaan (4), Homogeneity atau Inverse Difference Moment (IDM) yang dinyatakan dengan persamaan (5).

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \quad (2)$$

$$Con = \sum_k k^2 \left[\sum_i \sum_j p(i, j) \right], \quad |i - j| = k \quad (3)$$

$$Cor = \frac{\sum_i \sum_j (ij) \cdot p(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (4)$$

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \quad (5)$$

Teknik morfologi merepresentasikan citra objek dua dimensi sebagai suatu himpunan matematika dalam ruang *Euclidean* yang dipandang sebagai himpunan. Sebuah objek citra A dapat direpresentasikan dalam bentuk himpunan dari posisi-posisi (x, y) yang bernilai 1 atau 0. Nilai-nilai tersebut menunjukkan tingkat *grayscale* untuk setiap posisi. Nilai 1 untuk *graylevel* warna putih dan nilai 0 untuk *graylevel* warna hitam [15].

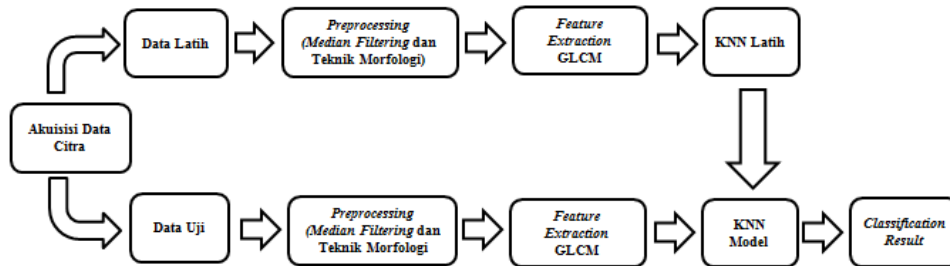
Prinsip dasar dari teknik morfologi adalah penggunaan *structuring element* yang merupakan bentuk dasar dari suatu objek yang digunakan untuk menganalisis struktur geometri dari objek lain yang lebih besar dan kompleks. Tujuan pada teknik morfologi adalah untuk memperoleh informasi mengenai bentuk dari suatu citra dengan mengatur ukuran dan bentuk suatu *structuring element*. *Structuring element* juga memiliki titik poros (disebut juga titik origin/ titik asal/titik acuan) [15].

Median Filtering merupakan suatu metode yang menitikberatkan pada nilai tengah dari jumlah total nilai keseluruhan piksel yang ada di sekelilingnya. Proses *median filtering* ini diawali dengan mengurutkan nilai-nilai piksel tetangga terlebih dahulu, kemudian baru dipilih nilai tengahnya [15].

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang didapat dari memfoto langsung yang akan dijadikan sebagai *dataset*. *Dataset* akan dibagi 2, data latih dan data uji. Dalam penelitian ini ada 190 data latih yang terdiri dari 86 data untuk kelas citra ubin keramik kualitas baik dan 104 data untuk kelas

citra ubin keramik cacat. Sedangkan data uji berjumlah 95 data, yang terdiri dari 43 data untuk kelas citra ubin keramik kualitas baik dan 52 data untuk kelas citra ubin keramik cacat.

Perancangan model dalam menyelesaikan masalah pada penelitian ini dengan memanfaatkan pengolahan citra digital berupa *Median Filtering* dan Teknik Morfologi, klasifikasi KNN yang sudah terlebih dahulu dilakukan ekstraksi ciri berdasarkan tekstur dengan GLCM. Adapun rancangan modelnya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Rancangan Model

Akuisisi data pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengambilan citra secara langsung menggunakan kamera *handphone*. Kemudian data tersebut dibagi menjadi dua jenis data yaitu data latih dan data uji. Tahap *preprocessing* bertujuan untuk mengolah citra agar dapat diambil karakteristiknya, menghilangkan *noise* dan memperbaiki hasil segmentasi citra. Pada tahapan ini juga dilakukan teknik menghilangkan *noise* menggunakan metode *median filtering* dan memperbaiki hasil segmentasi citra menggunakan Teknik Morfologi. Kemudian dilakukan ekstraksi ciri berdasarkan tekstur menggunakan GLCM dan diklasifikasikan menggunakan KNN, sehingga diperoleh hasil klasifikasi apakah citra ubin keramik termasuk citra ubin keramik baik atau cacat.







3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini ada 190 data latih yang terdiri dari 86 data untuk kelas citra ubin keramik kualitas baik dan 104 data untuk kelas citra ubin keramik cacat. Sedangkan data uji berjumlah 95 data, yang terdiri dari 43 data untuk kelas citra ubin keramik kualitas baik dan 52 data untuk kelas citra ubin keramik cacat. Citra ubin keramik diperoleh dengan cara memfoto langsung keramik menggunakan kamera *handphone* dan disimpan dalam bentuk .jpg untuk dapat dilakukan pelatihan data latih dan data uji.

Pada data latih dan data uji dilakukan proses *preprocessing* dengan menggunakan metode *filtering*. Metode *filtering* digunakan untuk meningkatkan kualitas citra dan mengurangi *noise* supaya informasi yang ada pada citra dapat dipahami dengan baik. Metode *filtering* yang digunakan adalah metode *median filtering*. Setelah dilakukan *filtering*, maka proses selanjutnya adalah melakukan segmentasi citra. Segmentasi citra yang digunakan pada penelitian ini yaitu melakukan teknik morfologi.

Setelah proses *preprocessing*, langkah selanjutnya adalah melakukan ekstraksi ciri berdasarkan tekstur. Ekstraksi ciri tekstur pada penelitian ini dengan menggunakan metode GLCM. Pada metode GLCM, ciri tekstur yang diekstraksi adalah *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity*. Setelah suatu citra ubin keramik diekstraksi ciri tekstur, langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi. Pada penelitian ini, metode klasifikasi yang digunakan adalah metode klasifikasi KNN. Citra ubin keramik yang sudah diekstraksi akan diklasifikasikan menggunakan metode KNN untuk diklasifikasikan ke dalam kelas citra ubin keramik baik atau kelas citra ubin keramik cacat. Hasil klasifikasi deteksi cacat pada ubin keramik disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Contoh Hasil Klasifikasi Deteksi Cacat Ubin Keramik

No	Citra Asli	Median Filtering	Teknik Morfologi	GLCM				Hasil Klasifikasi
				Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity	
1				0.1380	0.9558	0.6832	0.9888	Baik
2				0.4034	0.9549	0.2518	0.9685	Cacat

Pada Tabel 1 terlihat untuk citra ubin keramik nomor 1 memiliki hasil ekstraksi GLCM dengan nilai *contrast* 0.1380, *correlation* 0.9558, *energy* 0.6832 dan *homogeneity* 0.9888 dengan hasil klasifikasi menunjukkan citra ubin keramik nomor 1 termasuk kategori ubin keramik dengan kualitas baik. Sedangkan citra ubin keramik nomor 2 memiliki hasil ekstraksi GLCM dengan nilai *contrast* 0.4034, *correlation* 0.9549, *energy* 0.2518 dan *homogeneity* 0.9685 dengan hasil klasifikasi menunjukkan citra ubin keramik nomor 2 termasuk kategori ubin keramik dengan kualitas cacat.

Model deteksi kecacatan pada ubin keramik yang telah dibuat selanjutnya akan diuji menggunakan *confusion matrix*. Hasil pengujian model deteksi kecacatan pada ubin keramik dengan menggunakan Confusion Matrix untuk semua nilai k yang diuji disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai Akurasi Model Deteksi Kecacatan

Nilai k	Hasil Akurasi
$k = 3$	98.9474%
$k = 5$	94.7368%
$k = 7$	94.7368%
$k = 9$	93.6842%
$k = 11$	93.6842%
$k = 13$	93.6842%
$k = 15$	91.5789%

Berdasarkan Tabel 2, dapat dikatakan bahwa model deteksi kecacatan pada ubin keramik memiliki nilai akurasi tertinggi untuk $k = 3$ yaitu dengan nilai akurasi sebesar 98.9474%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian di atas maka dapat ditarik kesimpulan yaitu model yang dibangun menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dapat meningkatkan akurasi untuk mendeteksi kecacatan pada ubin keramik dengan nilai akurasi sebesar 98.9474% untuk $k = 3$.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang didapat, maka saran yang dapat diberikan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya adalah penelitian dapat dilanjutkan dengan menggunakan metode lain yang berbeda untuk mengukur akurasi sehingga didapatkan hasil terbaik untuk mendeteksi kecacatan pada ubin keramik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Nazelliana and P. Widodo, "Deteksi Cacat Ubin Keramik Dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan Dan Algoritma Backpropagation," *Fakt. Exacta*, vol. 7, no. 2, pp. 154–164, 2014.
- [2] G. M. A. Rahaman, C. Science, E. Discipline, and C. Science, "Automatic Defect Detection and Classification Technique from Image: A Special Case Using Ceramic Tiles," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Secur.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–30, 2009.
- [3] K. Ragab and N. Alsharay, "Developing Parallel Cracks and Spots Ceramic Defect Detection and Classification Algorithm using CUDA," in *2017 IEEE 13th International Symposium on Autonomous Decentralized System (ISADS)*, 2017, pp. 255–261.
- [4] R. Gonydjaja and T. M. Kusuma, "Rectangularity Defect Detection for Ceramic Tile Using Morphological Techniques," *ARNP J. Eng. Appl. Sci.* 2014, vol. 9, no. 11, pp. 2052–2056, 2014.
- [5] K. Ragab and N. Alsharay, "An Efficient Defect Classification Algorithm for Ceramic Tiles," in *ACIIDS 2017 : Advanced Topics in Intelligent Information and Database Systems*, 2017, vol. 710, pp. 235–247.
- [6] S. H. Hanzaei and A. Afshar, "Automatic Detection and Classification of the Ceramic Tiles' Surface Defects," *Pattern Recognit.*, vol. 66, pp. 174–189, 2016.
- [7] Y. Samarawickrama and C. Wickramasinghe, "Matlab based Automated Surface Defect Detection System for Ceramic Tiles using Image Processing," in *2017 6th National Conference on Technology and Management (NCTM)*, 2017, pp. 34–39.
- [8] T. Sutoyo, E. Mulyanto, V. Suhartono, D. N. Oky, and Wijanarto, *Teori Pengolahan Citra Digital*. 2009.
- [9] R. D. Kusumanto and A. N. Tomponu, "Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011 (Semantik 2011)*, 2011, vol. 1, no. 1.
- [10] J. ; Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining Concepts and Technique*, 3rd Editio. Waltham: Elsevier, 2012.
- [11] Kusrini and E. Luthfi, *Algoritma Data Mining*. Yogyakarta, Indonesia: Andi, 2009.
- [12] R. Anggraini, B. Hidayat, and S. Darana, "Klasifikasi Jenis Kualitas Keju Dengan Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM) Pada Citra Digital," in *e-Proceeding of Engineering*, 2017, vol. 4, no. 2, pp. 2035–2042.
- [13] Saifudin and A. Fadlil, "Sistem Identifikasi Citra Kayu Berdasarkan Tekstur Menggunakan Gray Level Coocurrence Matrix (GLCM) Dengan Klasifikasi Jarak Euclidean," *SINERGI*, vol. 19, no. 3, pp. 181–186, 2015.
- [14] R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. Dinstein, "Textural Features for Image Classification," *IEEE*, vol. SMC-3, no. 6, pp. 610–621, 1973.
- [15] S. Iriyanto and T. Zaini, *Pengolahan citra digital*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja, 2016.