

IMPLEMENTASI EKSTRAKSI FITUR TEKSTUR GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRICES (GLCM) UNTUK PENGELOMPOKAN CITRA TENUN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS

Wahyu Anggoro

Jurusan Teknik Informatika FIK UDINUS, Jl. Nakula No. 5-11 Semarang-50131

111201106327@mhs.dinus.ac.id

Abstrak

Abstrak - Pengelompokan citra tenun dilakukan untuk mengelompokkan tenun yang memiliki kemiripan dengan tenun lainnya kedalam satu *cluster* dengan menggunakan algoritma *k-means* berdasarkan fitur tekstur citra tenun yang diperoleh. Fitur-fitur tekstur dicari menggunakan metode *GLCM* berdasarkan sudut 0° , 45° , 90° dan 135° . Metode evaluasi *cluster* menggunakan *DBI* dan *purity* untuk mengukur seberapa bagus cluster yang dihasilkan. Dari hasil penelitian yang menggunakan 153 citra tenun dengan 5 *cluster* menghasilkan nilai *DBI* untuk setiap sudut adalah 0.537503, 0.527491, 0.535391, 0.526854, serta nilai *purity* 0.4181, 0.3921, 0.4376 dan 0.3852. Ini membuktikan bahwa pengelompokan dengan *k-means* menggunakan fitur-fitur *GLCM* menghasilkan cluster yang masih belum cukup maksimal.

Kata kunci: Tenun, *gray level co-occurrence matrix (GLCM)*, *K-means*, *Clustering*, *devian-bouldin index (DBI)*, *Purity*.

Abstrak

Hand woven is a kind of fabric made with a variety of patterns based on the culture of each region. Grouping hand woven images to categorize an image based on pattern similarity with other woven into the cluster using the k-means algorithm based on texture features Gray Level Co-occurrence Matrices (GLCM). Features texture GLCM searched using methods based on the angle of 0° , 45° , 90° and 135° . Cluster evaluation method using DBI and purity to measure how well the resulting cluster. From the results of studies using 153 hand woven images with 5 clusters DBI generating value for each angle is 0.537503, 0.527491, 0.535391, 0.526854, and the value of purity 0.4337, 0.3951, 0.4411 and 0.3895. This proves that the k-means clustering to use features GLCM produces clusters which are still not quite optimal.

Kata kunci: *Hand woven*, *gray level co-occurrence matrix (GLCM)*, *K-means*, *Clustering*, *devian-bouldin index (DBI)*, *Purity*.

I. PENDAHULUAN

Tenun merupakan salah satu warisan budaya bangsa yang dapat dibanggakan, cukup banyak jumlah temuan para ahli dalam bidangnya masing-masing yang dapat di pakai sebagai petunjuk, bahwa pertenunan sudah sejak lama dikenal dan dikerjakan di hampir seluruh kepulauan Indonesia. Terlebih bangsa Indonesia sejak

berabad-abad telah menguasai berbagai teknik pertenunan, seperti tenun *songket* (pakan tambahan benang emas dan perak), tenun *ikat* pakan atau *ikat* lungsi dan tenun *ikat berganda*, tenun *lurik*, serta kain diberi hiasan dengan manik-manik, kerang, kaca, bordiran dan sebagainya [1].

Setiap masyarakat adat mengusung suatu ciri khas di dalam nuansa warna dan nama

kerajinan tenun asli Indonesia. Dengan hadirnya lebih dari 300 masyarakat etnis di tebaran 17.000 pulau, Indonesia diberkahi dengan keragaman kain tenun adat yang sangat kaya. Setiap kain tenun hadir dengan sifatnya tersendiri dan hanya dapat dikaitkan pada kelompok etnis yang menciptakannya.

Keragaman motif, warna dan teknik tenun terlahir dan di bangun dari proses kebudayaan masing-masing daerah yang awal mulanya di peroleh dari alam dan lingkungan sekitarnya. Hal inilah yang dianggap suatu hal yang menarik untuk di teliti dengan sains dan teknologi, karena berkaitan dengan ciri khas nilai kebudayaan masing-masing daerah. Keunikan tenun ini berasal dari tiap helai warna kainnya, karena Nilai budaya dan nilai seninya yang tinggi telah menjadikan tenun menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi di era modern ini.

Seni budaya dan karya tenun telah melewati berbagai tahap yang beragam dalam pelestariannya. Pada era kemerdekaan tahun 2008, sekumpulan perempuan Indonesia pencinta, pemerhati dan pakar tenun tradisional Nusantara membentuk *Cita Tenun Indonesia* (CTI) yang bercita-cita menjadi beranda depan kreativitas bangsa melalui penggalangan dan pelestarian seni kerajinan tenun.

Pada November 2011, Menteri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Mari Elka Pangestu menyatakan kearifan songket Indonesia akan dicalonkan ke UNESCO untuk dikukuhkan sebagai warisan budaya dunia bukan benda. Untuk lebih membudidayakan ragam corak khas tenun Indonesia dapat juga di lakukan dengan pengenalan pola tenun di Indonesia.

Kemudian pada 2010, CTI menerbitkan buku untuk pasar international, "*Tenun Handwoven Textiles of Indonesia*". CTI melakukan penyimpanan data tenun dan mengelompokkannya berdasarkan daerah asal pembuatan tenun tersebut untuk

memudahkan dalam pencarian data tenun menurut daerah asalnya. Namun penyimpanan data tenun belum dikelompokkan berdasarkan jenis motif tenun, sehingga pencarian data tenun menggunakan jenis motif masih sulit dilakukan[2].

Untuk mengenali motif atau pola tenun tersebut, maka diperlukan pengelompokkan data untuk mengelompokkan tenun yang memiliki kemiripan karakteristik kedalam suatu kelompok tertentu. Pengelompokkan Citra tenun ini bertujuan untuk membagi citra tenun kedalam kelompok-kelompok sesuai dengan pola motifnya, sehingga mudah dikenali sesuai dengan cirinya [3].

II. TEORI PENUNJANG

2.1 *Content Based Image Retrieval*

Content Based Image Retrieval System (CBIR) merupakan suatu teknik pencarian kembali gambar yang mempunyai kemiripan karakteristik atau content dari sekumpulan gambar. Fitur gambar yang dapat digunakan untuk retrieval pada system ini misalnya histogram, susunan warna, tekture, dan shape, tipe spesifik dari obyek, tipe event tertentu, nama individu, lokasi, emosi. Istilah tersebut dikemukakan pertama kali oleh Kato pada tahun 1992. Selanjutnya, ketika suatu citra dijadikan sebagai *query*, fitur akan dihitung setelah melalui prapemrosesan dan segmentasi. Fitur yang diperoleh dibandingkan dengan fitur semua objek yang terdapat didalam *database*, melalui perhitungan fitur jarak. Hasil dari perhitungan jarak ini sering disebut sebagai skor atau ranking. Objek-objek yang menghasilkan skor rendah adalah citra yang mirip dengan *query*[10].

2.2 *Gray Level Co-occurrence Matrix*

Gray level co-occurrence matrix (GLCM) merupakan matrik yang menggambarkan

frekuensi munculnya pasangan piksel pada jarak d dan orientasi arah dengan sudut θ dalam citra yang digunakan untuk menghitung fitur-fitur glcm. Jarak d yang digunakan adalah 1 yang dinyatakan dalam piksel, sementara untuk orientasi sudut dinyatakan dalam derajat dengan sudut 0^0 , 45^0 , 90^0 , dan 135^0 . Dalam metode glcm, terdapat beberapa langkah-langkah yang digunakan untuk menghitung fitur-fitur glcm dari citra *grayscale* yang digunakan, antara lain [3] [4] [5] [6] [7] [8] [11] [12] [15] :

- ❖ Membuat area kerja matrik dari citra tenun.
- ❖ Menentukan hubungan spasial antara piksel referensi dengan piksel tetangga, dengan sudut θ dan jarak d .
- ❖ Menghitung jumlah kookurensi dan mengisikannya pada area kerja matrik.
- ❖ Menjumlahkan matrik kookurensi dengan transposenya untuk menjadikannya simetris.
- ❖ Dilakukan normalisasi matrik untuk mengubahnya ke bentuk probabilitasnya.
- ❖ Menghitung nilai fitur-fitur ekstraksi dari normalisasi yang diperoleh.

Terdapat 5 fitur-fitur glcm yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. **Angular Second Moment (ASM)**
ASM merupakan ukuran homogenitas dari suatu citra.

$$ASM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (GLCM(i, j))^2$$

2. **Kontras**
Kontras merupakan ukuran keberadaan variasi aras keabuan piksel citra.

$$Kontras = \sum_i^L \sum_j^L |i - j|^2 GLCM(i, j)$$

3. **Inverse Different Moment (IDM)**

IDM digunakan untuk mengukur homogenitas.

$$IDM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \frac{(GLCM(i, j))^2}{1+(i-j)^2}$$

4. Entropi

Entropi menyatakan ukuran ketidakteraturan aras keabuan didalam citra.

$$Entropi = -\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (GLCM(i, j)) \log(GLCM(i, j))$$

5. Korelasi

Korelasi merupakan ukuran ketergantungan linier antar nilai aras keabuan dalam citra.

$$Korelasi = \frac{\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (i - \mu_i')(j - \mu_j')(GLCM(i, j))}{\sigma_i \sigma_j}$$

Persamaan tersebut didapat dari mean yang merupakan nilai intensitas dari citra keabuan dan standart deviasi terlebih dahulu. Standart deviasi didapat dari akar kuadrat varian yang menunjukkan sebaran nilai *piksel* dalam citra, dengan rumus sebagai berikut:

$$mean\ i = \mu_i' = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L i * GLCM(i, j)$$

$$mean\ j = \mu_j' = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L j * GLCM(i, j)$$

$$varian\ i = \sigma_i^2 = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L GLCM(i, j) (i - \mu_i')^2$$

$$varian\ j = \sigma_j^2 = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L GLCM(i, j) (j - \mu_j')^2$$

$$standart\ deviasi\ i = \sigma_i = \sqrt{\sigma_i^2}$$

$$standart\ deviasi\ j = \sigma_j = \sqrt{\sigma_j^2}$$

2.3 Algoritma K-means

Algoritma k-means merupakan algoritma yang digunakan untuk pengelompokan iteratif, algoritma ini melakukan partisi set data ke dalam sejumlah K cluster yang sudah ditetapkan diawal. Partisi set data tersebut dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari setiap cluster, sehingga

cluster yang memiliki karakteristik sama dikelompokkan kedalam satu cluster dan yang memiliki karakteristik berbeda dikelompokkan kedalam cluster lain. Berikut langkah-langkah perhitungan dalam k-mean, antara lain [13] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] :

1. Menentukan jumlah cluster dan ambang batas perubahan fungsi objektif.
2. Menentukan centroid awal yang digunakan
3. Menghitung jarak setiap data ke masing-masing centroid menggunakan jarak *euclidean* untuk mendapatkan jarak terdekat data dengan *centroidnya*.
4. Menentukan centroid baru dengan menghitung nilai rata-rata dari data yang ada pada centroid yang sama.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 hingga kondisi konvergen tercapai, yaitu perubahan fungsi objektif sudah dibawah ambang batas yang diinginkan, atau tidak ada data yang berpindah cluster, atau perubahan posisi centroid sudah dibawah ambang batas yang sudah ditentukan.

Perhitungan jarak antara data dan centroid dilakukan dengan menggunakan persamaan *euclidean distance*, persamaannya sebagai berikut [24] [25] [26] :

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Dimana :

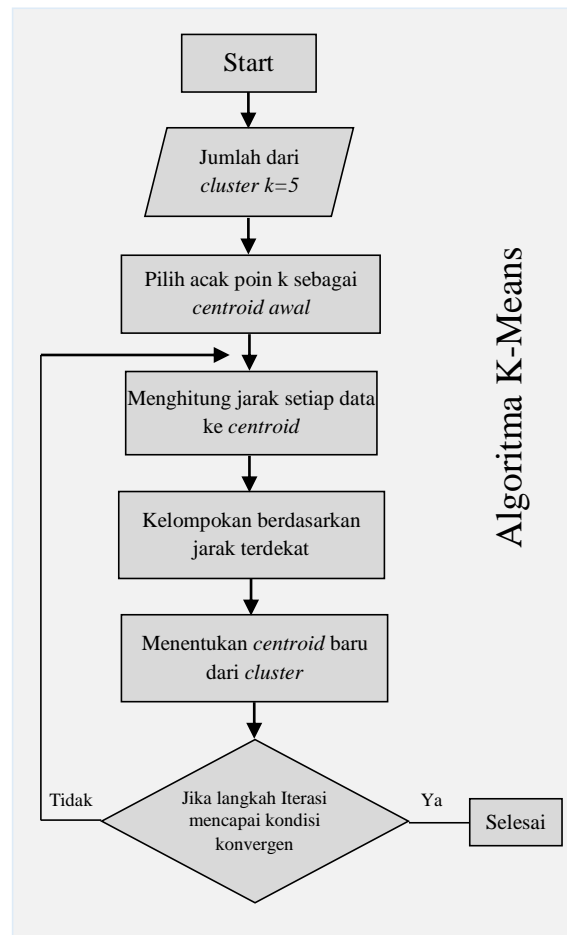
d_{ij} = Jarak objek antara objek i dan j

P = Dimensi data

x_{ik} = Koordinat dari obyek i pada dimensi k

x_{jk} = Koordinat dari obyek j pada dimensi k

Gambar 1. Algoritma Cluster pada K-Means



2.4 Validasi Cluster

Validasi cluster dilakukan untuk mengetahui seberapa bagus cluster yang telah diperoleh dari proses *clustering* [23]. Metode yang digunakan untuk menentukan validitas cluster dalam penelitian ini menggunakan *davies-bouldin index (DBI)* dan *purity*.

1. Davies-Bouldin Index (DBI)

Davies-bouldin index merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur validitas cluster pada suatu metode pengelompokan yang didasarkan pada nilai kohesi dan separasi. Langkah-langkah dalam menghitung DBI adalah sebagai berikut:

- ❖ Menghitung Sum of square within cluster (SSW) merupakan persamaan yang digunakan untuk mengetahui matrik kohesi dalam sebuah cluster ke-i.

$$SSW_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=i}^{m_i} d(x_j, c_i)$$

- ❖ Menghitung Sum of square between cluster (SSB), merupakan persamaan yang digunakan untuk mengetahui separasi antar cluster.

$$SSB_{i,j} = d(c_i, c_j)$$

- ❖ Setelah nilai kohesi dan separasi diperoleh, kemudian dilakukan pengukuran rasio (R_{ij}) untuk mengetahui nilai perbandingan antara cluster ke-i dan cluster ke-j.

$$R_{i,j} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{i,j}}$$

Nilai rasio yang diperoleh tersebut digunakan untuk mencari nilai *davies-bouldin index* (DBI) dari persamaan berikut :

$$DBI = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} (R_{i,j})$$

Dari persamaan tersebut, k merupakan jumlah cluster yang digunakan. Semakin kecil nilai DBI yang diperoleh (non-negatif ≥ 0), maka semakin baik cluster yang diperoleh dari pengelompokan K-means yang digunakan [26].

2. Purity

Purity digunakan untuk menghitung kemurnian dari suatu *cluster* yang direpresentasikan sebagai anggota *cluster* yang paling banyak sesuai

(cocok) disuatu kelas [21] [27]. Nilai purity yang semakin mendekati 1 menandakan semakin baik *cluster* yang diperoleh. Untuk menghitung nilai purity setiap *cluster* dapat menggunakan rumus berikut [21]:

$$Purity(j) = \frac{1}{n_j} \max(n_{ij})$$

Sementara untuk menghitung purity keseluruhan jumlah K *cluster*, digunakan persamaan sebagai berikut [20]:

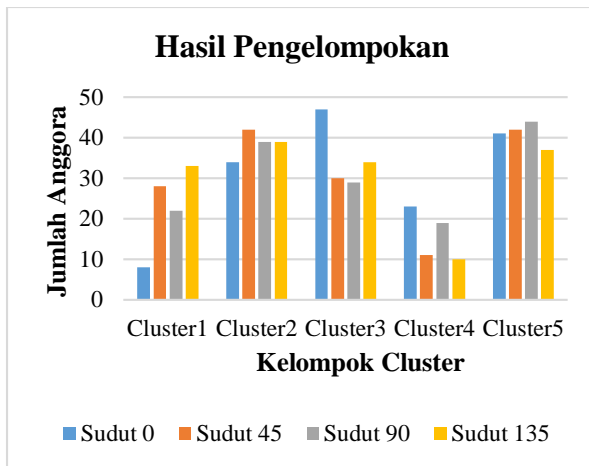
$$Purity = \sum_{i=1}^k \frac{n_j}{n} Purity(j)$$

III. HASIL & IMPLEMENTASI

Hasil pengujian dalam pengelompokan 153 data citra tenun yang digunakan menunjukkan hasil yang berbeda-beda untuk ke-empat sudut θ yang digunakan, namun data dari *cluster* yang diikuti sebagian besar memiliki data yang sama meskipun terdapat beberapa data yang berbeda. Jumlah data dari cluster yang diikuti untuk ke-empat sudut yang berbeda tersebut antara lain sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengelompokan Sudut

	Sudut 0	Sudut 45	Sudut 90	Sudut 135
Cluster1	8	28	22	33
Cluster2	34	42	39	39
Cluster3	47	30	29	34
Cluster4	23	11	19	10
Cluster5	41	42	44	37



Gambar 2. Grafik Hasil Pengelompokan

Data yang diperoleh tersebut merupakan hasil dari pengelompokan menggunakan algoritma *k-means* dari fitur-fitur tekstur citra tenun yang diperoleh menggunakan metode *gray level co-occurrence matrix*. Seperti hasil yang di tunjukan pada Tabel 1. hasil *cluster data* yang diperoleh sudah merupakan hasil pengelompokan yang memiliki nilai ambang batas yang sudah konvergen atau nilai fungsi objektif = 0.

Sedangkan hasil dari validasi *cluster* menggunakan *Davies-bouldin index (DBI)* dan *purity* dari data yang telah diperoleh dalam proses *clustering* didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Uji Validitas DBI dan *Purity*

No	Sudut	DBI	Purity
1	0	0,5375	0,4181
2	45	0,5274	0,3921
3	90	0,5353	0,4376
4	135	0,5268	0,3852

Setiap *cluster* yang ditentukan sebagai titik awal centroid merupakan titik acuan motif citra tenun yang akan golongkan menjadi 5 kelompok motif. Dalam kelompok tersebut terdapat perbandingan nilai ke-empat sudut GLCM yaitu pada sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° yang mempresentasikan kemurnian terhadap sebuah *cluster*. Pada Tabel 2. Menunjukkan nilai evaluasi DBI tertinggi

pada sudut 135° sebesar 0,5268 dan nilai evaluasi *purity* tertinggi pada sudut 90° sebesar 0,4376.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dalam implementasi ekstraksi fitur tekstur Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM) untuk pengelompokan citra tenun menggunakan algoritma *k-means* menghasilkan nilai evaluasi *DBI* untuk setiap sudut adalah 0,5375, 0,5274, 0,5353 dan 0,5268, sedangkan nilai *purity* untuk setiap sudut adalah 0,4181, 0,3921, 0,4376 dan 0,3852. *Cluster* yang baik adalah *cluster* yang memiliki nilai *DBI* mendekati 0 dan nilai *purity* mendekati 1, sedangkan hasil dari penelitian yang diperoleh menunjukkan nilai *DBI* dan *purity* yang belum maksimal untuk dapat dikatakan mendekati nilai 0 atau 1. Sehingga dapat dikatan bahwa dalam proses *clustering* pada pengelompokan citra tenun ini menghasilkan *cluster* yang masih belum cukup bagus. Hasil ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni, perbedaan kualitas gambar yang digunakan dalam penelitian ini serta jumlah *cluster* yang digunakan yang dapat mempengaruhi hasil akhir yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jumena, Nian S., "Lurik: garis-garis bertuah," *Lurik: The Magic Stripes*. Jakarta: Djambatan, 2000.
- [2] A. Yudhoyono, "Tenunku," *Warna-Warna Benang Kearifan Nusantara*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2012.
- [3] A.A. Kasim dan A. Harjoko, "Klasifikasi Citra Batik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Berdasarkan Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM)," "Seminar Nasional Aplikasi

- Teknologi Informasi (SNATI), Yogyakarta, 21 Juni 2014.
- [4] N. Zulpe dan V. Pawar, "GLCM Textural Features for Brain Tumor Classification," *IJCSI International Journal of Computer Science*, vol 9, no. 3, pp. 6, 2012.
- [5] A. A. Pratama, N. Suciati dan D. Purwitasari, "Implementasi Fuzzy C-Means Untuk Pengelompokan Citra Batik Berdasarkan Motif Dengan Fitur Tekstur," *Jurnal TEKNIK POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1-4, 2012.
- [6] C.V. Angkoso, "Pengenalan Jender Berbasis Tekstur Pada Citra Wajah Foto Digital," *Jurnal Konferensi Nasional Inovasi dalam Desain dan Teknologi*, Universitas Trunojoyo Madura, IDEaTech 2011.
- [7] R. Bremananth, B. Nithya, R. Saipriya, "Wood Species Recognition Using GLCM and Correlation," *Advances in Recent Technologies in Cummunication And Computing*. P. 5, 2009.
- [8] R. Listia, A. Harjoko, "Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)," *IJCCS International Journal of Computer Science*, vol.8, No.1, pp. 59-68, 2014.
- [9] H. Jusuf, "Pendar-Pendar Kilau Pelangi", *wastra Adati dari Selatan Sumatera*. Jakarta: PT. Livimbi Media, Februari 2012.
- [10] A. Kadir and A. Susanto, *Pengolahan Citra Teori dan Aplikasi*, Yogyakarta, 2012.
- [11] Z. Budiarto, "Identifikasi Macan Tutul Dengan Metode Grey Level Coocurent Matrix (GLCM)," Univesitas Stikubank, Semarang.
- [12] B. S. V, A. Unnikrishnan and K. Balakrishnan, "Grey Level Co-Occurrence Matrices: Generalisation And Some New Features," *International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCEIT)*, vol. 2, no. 2, April 2012.
- [13] P. Maheshwary and N. Sricastava, "Prototype System for Retrieval of Remote Sensing Images based on Color Moment and Gray Level Co-Occurrence Matrix," *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, vol. 3, pp. 20-23, 2009.
- [14] S. K and M. L, "An Efficient Image Retrieval Based on Color, Texture (GLCM & CCM) features, and Genetic-Algorithm," *International Journal Of Merging Technology And Advanced Research In Computing*, pp. 1-9.
- [15] R. B and K. R. Chandran, "Content Based Medical Image Retrieval with Texture Content Using Gray Level Co-occurrence Matrix and K-Means Clustering Algorithm," *Journal of Computer Science*, vol. 8, no. 7, pp. 1070-1076, 2012.
- [16] F. Albrechtsen, "Statistical Texture Measures Computed from Gray Level Cooccurrence Matrices," *Image Processing Laboratory Department of Informatics University of Oslo*, pp. 1-14, 5 November 2008.
- [17] E. K. Ratnasari, R. H. Ginardi and C. Fatichah, "Pengenalan Penyakit Noda Pada Citra DaunTebu Berdasarkan Ciri Tekstur Fractal Dimension Co-

- Occurrence Matrix Dan $L^*a^*b^*$ Color Moments," *JUTI*, vol. 12, no. 2, pp. 27-36, Juli 2014.
- [18] M.-W. Lin, J.-R. Tapamo and B. Ndovie, "A Texture-based Method for Document Segmentation and Classification," *ARIMA/SACJ*, no. 36, pp. 49- 56, 2006.
- [19] B. K. C. Ramamurthy, "Content Based Medical Image Retrieval with Texture Content Using Gray Level Co-occurrence Matrix and K-Means Clustering Algorithm," *Journal of Computer Science*, vol. 8, no. 7, pp. 1070-1076, 2012.
- [20] Widiarina dan R. S. Wahono, "Algoritma Cluster Dinamik untuk Optimasi Cluster pada Algoritma K-Means dalam Pemetaan Nasabah Potensial," *Journal of Intelligent Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 32-35, Februari 2015.
- [21] R. Handoyo, R. R. M dan S. M. Nasution, "Perbandingan Metode Clustering Menggunakan Metode Single Linkage dan K-Means pada Pengelompokan dokumen," *JSM STMIK Mikrosil*, vol. 15, no. 2, pp. 73-82, Oktober 2015.
- [22] Sundar.C, M. ChitraDevi dan G. Geetharamani, "An Analisis on The Performance of K-Means Clustering Algorithm For Cardiotocogram Data Cluster," *International Journal on Computational Sciences & Applications*, vol. 2, no. 5, pp. 11-20, Oktober 2012.
- [23] T. Khotimah, "Pengelompokan Surat Dalam Al Qur'an Menggunakan Algoritma K-Means," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 5, no. 1, pp. 83-88, April 2014.
- [24] J. O. Ong, "Implementasi Algoritma K-Means Clustering Untuk Menentukan Strategi Marketing President University," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 12, no. 1, pp. 10-20, Juni 2013.
- [25] M. H. Noor dan M. Hariadi, "Image Cluster Berdasarkan Warna Untuk Identifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Metode Valley Tracing," *Seminar Nasional Informatika*, pp. 15-24, 23 Mei 2009.
- [26] E. Prasetyo, *Data Mining Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab*, Yogyakarta: Andi, September 2014.
- [27] K. R. Prilianti dan H. Wijaya, "Aplikasi Text Mining untuk Automasi Penentuan Tren Topik Skripsi dengan Metode K-Means Clustering," *Jurnal Cybermatika*, vol. 2, no. 1, Juni 2014.
- [28] T.Sutoyo, E. Mulyanto, D. V. Suhartono, O. D. Nurhayati and Wijanarto, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi, 2009.
- [29] M. H. Purnomo and A. Muntasa, *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [30] A. Purnomo and S. S. M. Sulistyo Puspitodjati, "Aplikasi Pemrograman C# Untuk Analisis Tektur Kayu Parquet Dengan Menggunakan Metode Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM)," in *Fakultas Teknik Industri Universitas Gunadarma*, Depok, 2009.
- [31] N. M. Zahab, " Analisis Tekstur Parket Kayu Jati Dengan Menggunakan Metode Statistikal GRAY LEVEL DIFFERENCE

METHOD," Skripsi, Teknik Informatika, FTI Universitas Gunadarma, Depok, 2014.

[32] Widiarina dan S.W. Romi," Algoritma Cluster Dinamik untuk Optimasi Cluster pada Algoritma K-

Means dalam Pemetaan Nasabah Potensial," *Journal of Intelligent Systems*, vol. 1, no. 1, February 2015.