

**PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI GENANGAN AIR POTENSI
PERKEMBANGBIAKAN NYAMUK MELALUI FOTO CITRA UDARA DENGAN
METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM)**

***DESIGNING SYSTEMS FOR DETECTING PUDDLES THAT POTENTIALLY
MOSQUITO BREEDING THROUGH AERIAL IMAGERY PHOTO WITH GRAY LEVEL
CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) METHOD***

^[1]I Putu Gangga Sugi Pradnyana ^[2]Ledy Novamizanti, S.Si., M.T. ^[3]Hilman Fauzi, S.T.,M.T.

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

^[1]putu_gangga@yahoo.com ^[2]ldn@telkomuniversity.ac.id ^[3]hilmanfauzitsp@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Genangan air merupakan tempat utama nyamuk berkembangbiak. Nyamuk *Aedes Aegypti* meletakkan telurnya di permukaan air bersih yang menggenang. Pada penelitian ini akan dirancang sistem pendeteksi genangan air. Untuk dapat mendeteksi suatu wilayah yang terdapat genangan air, maka dilakukan foto citra udara untuk penginderaan jarak jauh. Citra foto didapat dengan menggunakan alat bantu *drone*. Proses pengolahan citra udara ini melalui beberapa tahap yaitu tahap *pre-processing*, *processing* dan *post processing*.

Pada tahap *pre-processing* citra diubah dalam citra grayscale, citra biner, autocropping dan resize. Selanjutnya pada tahap *processing* dilakukan tahap ekstraksi ciri berdasarkan tekstur dengan menggunakan metode (*Gray Level Co-occurrence Matrix*) GLCM. Dari 20 parameter ekstraksi ciri GLCM didapatkan 5 parameter berpola yang mempengaruhi citra uji yaitu *Contras*, *Correlation*, *Dissimilarity*, *Homogeneity*, dan *Sum Of Variance*.

Rata-rata jumlah piksel pada rentang intensitas histogram 50-74 dan 75-99 pada kondisi tidak ada genangan air adalah 4737,5 piksel dan 4333,83 piksel pada kondisi genangan air keruh. Kondisi ini jauh lebih banyak dibandingkan pada kondisi genangan air bersih yang hanya mencapai rata-rata 100,17 piksel. Pada rentang intensitas 75-99 jumlah rata-rata piksel pada genangan air keruh mencapai 11409,83 piksel, pada kondisi tidak ada genangan air mencapai 6267,17 piksel dan pada kondisi genangan air bersih 1183,83 piksel. Namun, pada rentang intensitas 125-149 pada kondisi genangan air bersih mencapai 18204,33 piksel jauh lebih banyak jika dibandingkan pada kondisi tidak ada genangan air yang mencapai 9502,83 piksel dan pada kondisi genangan air keruh yang mencapai 8270,33 piksel. Pada rentang 175-199 dan 200-224 jumlah rata-rata piksel pada ketiga kondisi relatif sama.

Kata Kunci : Genangan air, Aedes Aegypti, Perkembangbiakan Aedes Aegypti, foto Citra Udara, GLCM, JST.

Abstract

Stagnant water is the main mosquito breeding places. Aedes Aegypti lay their eggs on the surface of clean stagnant water. In this study will be designed detection system stagnant water. To be able to detect a region which contained a pool of water, then made photo aerial imagery for remote sensing. Aerial image obtained by using drone's camera that will capture directly from the air. This aerial image processing through several phases: pre-processing, processing and post processing.

*At the stage of pre-processing the image is converted into a grayscale image, binary image, auto cropping and resize. Furthermore, at this stage of processing performed by the texture feature extraction stage using methods (Gray Level Co-occurrence Matrix) GLCM. Of the 20 feature extraction parameters obtained GLCM 5 parameters that affect the image of the test pattern, there are *Contras*, *Correlation*, *dissimilarity*, *homogeneity*, and *Sum Of Variance*.*

The average number of pixels on the intensity histogram ranges 50-74 and 75-99 on the conditions there are no puddles are 4737.5 pixels and 4333.83 pixels on the conditions of a puddle of turbid water. This condition is much more than a clean puddle that only reached an average of 100.17. In the intensity range 75-99 average number of pixels in a dirty puddle reaches 11409.83 pixels, on condition there are no puddles reached 6267.17 pixels and the condition of clean water puddles 1183.83 pixels. However, the intensity range of 125-149 on the condition of clean water puddles reach 18204.33 pixels much more when compared to the condition of no puddles to reach 9502.83 pixels, and turbid puddles conditions are reached 8270.33 pixels. In the range of 175-199 and 200-224 average number of pixels in all three conditions are relatively similar.

Keywords: Stagnant water, Aedes Aegypti, Breeding place of Aedes Aegypti, Aerial Photographs, GLCM, JST.

1. Pendahuluan

Adanya genangan air dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Beberapa contoh genangan air yang tertampung di suatu tempat atau bejana, bisa menjadi tempat berkembangbiaknya nyamuk. Nyamuk *Aedes Aegypti* merupakan spesies nyamuk dapat membawa virus dengue penyebab penyakit demam berdarah. *Aedes Aegypti* memiliki habitat di lingkungan perumahan, hidup dan berkembang biak pada tempat-tempat penampungan air bersih yang tidak langsung berhubungan dengan tanah seperti ember yang berwarna cerah.

Untuk mempermudah dalam mengetahui kondisi bejana yang berisi air bersih, air keruh, maupun tidak ada genangan air dari udara, maka diperlukan foto citra udara untuk penginderaan jarak jauh. Kondisi seperti ini melatarbelakangi penulis untuk merancang sebuah sistem pengolahan citra udara untuk mendeteksi genangan air potensi perkembangbiakan nyamuk *Aedes Aegypti*.

Foto citra udara menggunakan drone berkamera 1.3MP dengan resolusi 1280x960 piksel namun tidak dilakukan di daerah tepi pantai atau laut. Dengan menggunakan metode ekstraksi ciri *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan menggunakan klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan (JST).

GLCM umumnya digunakan dalam mendeteksi berdasarkan tekstur. Citra udara nantinya akan diolah, dan akan dideteksi ada atau tidaknya genangan air berdasarkan tekstur. Akuisisi citra dilakukan antara pukul 09.00 hingga 14.00, skenario ketinggian yang digunakan adalah 2 meter, 3 meter, dan 4 meter di atas bejana dengan pergeseran drone 0cm dan 50cm pada setiap ketinggian.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Teori Dasar Citra

2.1.1 Citra Digital

Secara umum, pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar 2 dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data 2 dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (array) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut.

2.1.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah pemrosesan citra dua atau 3 dimensi oleh computer atau pemrosesan digital data dua atau tiga dimensi. Pengolahan citra digital merupakan sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data. Dasar – dasar pada pengolahan citra yaitu : peningkatan kualitas citra (*image enhancement*), pemulihan citra (*image restoration*), pengelompokan citra (*image segmentation*), ekstraksi ciri citra (*image analysis*), penggabungan citra (*image reconstruction*), pemampatan citra (*image compression*), menyembunyikan data rahasia pada citra (*steganografi and watermarking*).

2.1.3 Citra RGB

Citra RGB yang biasa disebut dengan citra “*true color*”, disimpan dalam array berukuran $m \times n \times 3$ yang mendefinisikan warna merah, warna hijau dan warna biru untuk setiap pixel-nya. Citra RGB tidak menggunakan *pallette*. Warna pada setiap pixel ditentukan dari kombinasi warna merah, hijau, dan biru. Format *file* citra menyimpan citra RGB sebagai citra 24 bit dengan komponen merah, hijau, dan biru disimpan masing-masing 8 bit ukurannya. Kombinasinya menjadi 16 juta warna sehingga disebut “*true color*”.

2.2.4 Citra Grayscale

Citra yang ditampilkan dari citra jenis ini terdiri atas warna abu-abu, bervariasi pada warna hitam pada bagian yang intensitas terlemah dan warna putih pada intensitas terkuat. Citra *grayscale* disimpan dalam format 8 bit untuk setiap *sample pixel*, yang memungkinkan sebanyak 256 intensitas. Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing R, G dan B menjadi citra *grayscale* dengan nilai X, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai R, G dan B seperti pada persamaan 1

$$x = (0.2989 \otimes \otimes + 0.5870 \otimes \otimes + 0.1140 \otimes \otimes) \quad (1)$$

2.2.5 Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra BW (*black and white*) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan satu bit untuk mewakili nilai setiap piksel dari citra biner. Citra biner diperoleh melalui proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya. Piksel yang memiliki derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas (*threshold*) yang ditentukan akan diberikan nilai 0 (hitam). Sedangkan piksel yang memiliki derajat keabuan lebih besar dari *threshold* akan diubah menjadi 1 (putih).

2.2.6 Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital. Tahap ini dimulai dari objek yang akan diambil gambarnya, persiapan alat-alat, sampai pada pencitraan. Pencitraan adalah kegiatan transformasi dari citra tampak (foto, gambar, lukisan, patung, pemandangan dan lain lain) menjadi citra digital. Beberapa alat yang dapat digunakan untuk pencitraan adalah : video kamera, kamera digital, kamera konvensional dan *analog to digital converter*, *scanner*, foto sinar-x atau infra merah

2.2.7 Foto Citra Udara

Foto citra udara merupakan teknik penginderaan jarak jauh. Foto citra udara adalah produk dari bidang ilmu geografi dalam pengambilan obyek, daerah, atau fenomena yang ada di permukaan bumi. Citra foto didapatkan dengan cara memotret atau *capture* menggunakan kamera dari udara seperti pada gambar 2.7

2.2.8 Pixel

Pixel (picture element) adalah sebuah titik yang merupakan elemen paling kecil pada citra. Angka numerik (1 byte) dari *pixel* disebut digital number (DN). DN bisa ditampilkan dalam warna kelabu, berkisar antara putih dan hitam (*grayscale*), tergantung level energi yang terdeteksi. *Pixel* yang disusun dalam order yang benar akan membentuk sebuah citra. Kebanyakan citra satelit yang belum diproses disimpan dalam bentuk *grayscale*, yang merupakan skala warna dari hitam ke putih dengan derajat keabuan yang bervariasi. Skala keabuan yang dipakai adalah *256 shade grayscale*, dimana nilai 0 menggambarkan hitam, nilai 255 menggambarkan putih.

2.3 Analisis Tekstur^[5]

Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (*roughness*), granularitas (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) susunan struktural piksel. Dalam pengolahan citra digital, tekstur didefinisikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel yang bertetangga. Berdasarkan strukturnya, tekstur dapat diklasifikasikan dalam dua golongan :

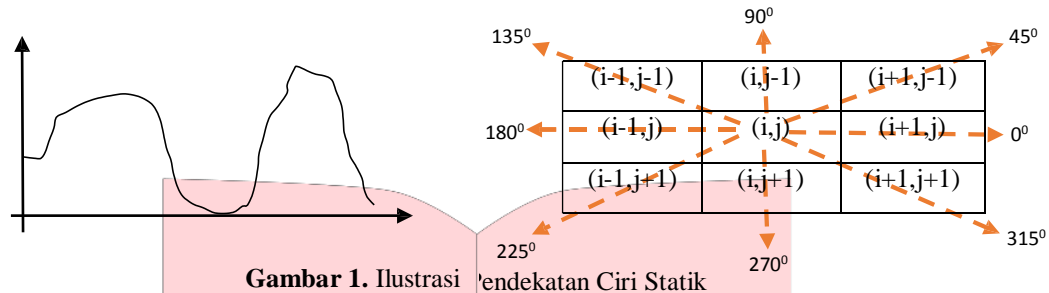
- a. Makrotekstur
Tekstur makrotekstur memiliki perulangan pola local secara periodik pada suatu daerah citra, biasanya terdapat pada pola-pola buatan manusia dan cenderung mudah untuk direpresentasikan secara matematis.
- b. Mikrotekstur
Pada tekstur mikrotekstur, pola-pola local dan perulangan tidak terjadi begitu jelas, sehingga tidak mudah untuk memberikan definisi tekstur yang komprehensif.

Analisis tekstur umumnya dimanfaatkan sebagai proses antara untuk melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada umumnya membutuhkan tahapan ekstraksi ciri, yang terdiri dari tiga macam pendekatan yaitu:

- a. Pendekatan statistik: menggunakan perhitungan statistik distribusi derajat keabuan, dengan mengukur tingkat kekontrasan granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. Paradigma statistik ini penggunaannya tidak terbatas, sehingga sesuai untuk tekstur-tekstur alami yang tidak terstruktur dari sub pola dan himpunan aturan (mikrostruktur)
- b. Pendekatan spektral: berdasarkan pada fungsi autokorelasi suatu daerah atau *power distribution* pada domain transformasi fourier dalam mendeteksi periodisitas tekstur.
- c. Pendekatan struktural: analisis dengan metode ini menggunakan deskripsi primitif tekstur dan aturan sintaktik. Metode struktural banyak digunakan untuk pola-pola makrostruktur.

2.4 GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix)

Metode GLCM termasuk dalam metode statistik dimana dalam perhitungan statistiknya menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kekontrasan, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. Paradigma statistik ini penggunaannya tidak terbatas, sehingga sesuai untuk tekstur-tekstur alami yang tidak terstruktur dari sub pola dan himpunan aturan (mikrostruktur). Metode statistik terdiri dari ekstraksi ciri orde pertama dan ekstraksi ciri orde kedua. Ekstraksi ciri orde pertama dilakukan melalui histogram citra sedangkan ekstraksi ciri statistik orde kedua dilakukan dengan matriks kookurensi, yaitu suatu matriks antara yang merepresentasikan hubungan ketetanggaan antar piksel dalam citra pada berbagai arah orientasi dan jarak spasial. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ditunjukkan pada gambar 1.



- (a) Histogram citra sebagai fungsi probabilitas kemunculan nilai intensitas pada citra,
 (b) Hubungan ketetanggaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial

Pada beberapa kasus, ciri orde pertama tidak lagi dapat digunakan untuk mengenali perbedaan antar citra. Pada kasus seperti ini, kita membutuhkan pengambilan ciri statistik orde dua. Salah satu teknik untuk memperoleh ciri statistik orde dua adalah dengan menghitung probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak dan orientasi sudut tertentu. Pendekatan ini bekerja dengan membentuk sebuah matriks kookurensi dari data citra, dilanjutkan dengan menentukan ciri sebagai fungsi dari matriks antara tersebut.

Kookurensi berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai piksel bertetangga dengan satu level nilai piksel lain dalam jarak (d) dan orientasi sudut (θ) tertentu. Jarak dinyatakan dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat. Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan interval sudut 45° , yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Sedangkan jarak antar piksel biasanya ditetapkan sebesar 1 piksel, 2 piksel, 3 piksel dan seterusnya. Matriks kookurensi merupakan matriks bujursangkar dengan jumlah elemen sebanyak kuadrat jumlah level intensitas piksel pada citra. Setiap titik (i,j) pada matriks kookurensi berorientasi berisi peluang kejadian piksel bernilai i bertetangga dengan piksel bernilai j pada jarak d serta orientasi dan $(180-\theta)$. Sebagai contoh matriks 4×4 memiliki matriks GLCM dengan ukuran yang sama. Matriks kookurensi akan dihitung dengan nilai $d=1$ dan $\theta=0^\circ$. Jumlah frekuensi munculnya pasangan (i,j) dihitung untuk keseluruhan matriks. Jumlah kookurensi diisikan pada matriks GLCM pada posisi sel yang bersesuaian.

2.5 JST (Jaringan Saraf Tiruan)

Jaringan Saraf Tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Elemen mendasar dari paradigma tersebut adalah struktur yang baru dari sistem pemrosesan informasi. Jaringan Saraf Tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh. JST merupakan suatu sistem yang memiliki pengetahuan dalam menganalisa suatu masalah dan melakukan pekerjaan-pekerjaan klasifikasi pola, pemodelan sistem, dan memori asosiasi. Klasifikasi pola digunakan untuk menganalisa pola-pola masukan dengan cara mencari kemiripan-kemiripan dengan pola masukan.

Ciri utama JST adalah terletak pada proses pembelajarannya, proses belajar ini dilihat sebagai proses memperbaiki arsitektur jaringan dan bobot koneksi. Berdasarkan metode pembelajarannya JST terbagi menjadi dua kelompok yaitu :

- a. *Supervised Learning* (Pembelajaran dengan pengawasan)

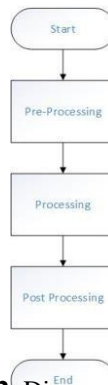
Dalam proses pembelajaran ini terdapat dua pasangan data, yaitu masukan dan target keluaran, yang digunakan untuk melatih jaringan agar diperoleh bobot yang diinginkan. Pasangan tersebut berfungsi sebagai 'pemandu' untuk melatih jaringan sehingga didapatkan bentuk terbaik

- b. *Unsupervised Learning* (Pembelajaran tanpa pengawasan)

Dalam proses pembelajaran ini tidak dibutuhkan adanya data keluaran yang diinginkan sebagai target. Perubahan bobot dilakukan sendiri oleh jaringan yang telah dibekali dengan pengetahuan dasar berupa parameter-parameter jaringan. Jaringan mengorganisasikan sendiri hubungan-hubungan interkoneksi dalam dirinya.

2.6 Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem, secara garis besar proses-proses dikelompokkan pada tiga proses utama, yaitu:



Gambar 2. Diagram alir sistem

2.7 Pre-Processing

Pada tahap *pre-processing* citra RGB diubah ke bentuk citra *grayscale*, kemudian diubah menjadi citra biner dengan *threshold* yang telah ditentukan. Selanjutnya sistem akan melakukan *cropping* otomatis berdasarkan nilai citra biner=1. Citra hasil *cropping* akan *di-resize* sehingga dapat diolah lebih lanjut dengan ekstraksi ciri GLCM.

2.8 Processing

Pada tahap *processing*, citra hasil *pre-processing* akan diproses lebih lanjut dengan cara ekstraksi ciri dan klasifikasi JST.

1. Ekstraksi ciri dengan GLCM

Proses ekstraksi ciri GLCM dilakukan pada citra latih dan citra uji. GLCM dibentuk dengan terlebih dahulu menentukan parameter-parameter yang diperlukan untuk membentuk matriks ko-okurensi tersebut. Setelah memperoleh matriks ko-okurensi tersebut, dapat dihitung ciri statistik yang merepresentasikan citra yang diamati.

1. Kontras

Perhitungan kontras berkaitan dengan jumlah keberagaman intensitas keabuan dalam citra.

$$\text{Kontras} = \sum_{i=0}^{L-1} p_i i^2 \quad (2)$$

2. Korelasi

Menyatakan ukuran hubungan dependen piksel terhadap piksel tetangga dalam citra.

$$\text{Korelasi} = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} p_{ij} \left[\frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)}{\sqrt{(\sigma_i^2)(\sigma_j^2)}} \right] \quad (3)$$

3. Homogenitas

$$\text{Homogenitas} = \sum_{i=0}^{L-1} p_i \left[1 + (i - \mu)^2 \right] \quad (4)$$

2.9 Post Processing

Pada tahap *post-processing* akan memberikan output berupa hasil klasifikasi berdasarkan ekstraksi ciri GLCM yang dilakukan pada tahap *processing* dan menampilkan histogram dari citra *resize* berdasarkan derajat keabuan.

1. Klasifikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Setelah dilakukan proses ekstraksi ciri dengan GLCM, kemudian masuk ke dalam proses identifikasi ciri dengan bantuan Jaringan Syaraf Tiruan. Pada tahap ini citra yang telah melalui proses ekstraksi ciri diidentifikasi sesuai dengan label yang telah diberikan dengan Jaringan Syaraf Tiruan. Jaringan Syaraf Tiruan melakukan identifikasi ciri sesuai dengan label yang diberikan pada masing-masing kondisi. Proses ini dilakukan untuk melatih sistem sehingga dapat mengeluarkan output yang tepat sesuai dengan

yang diinginkan. Hasil dari pencocokan ini menghasilkan data *true or false*, yang berarti terdeteksi ada genangan air potensi perkembangbiakan nyamuk aedes aegypti atau tidak terdeteksi genangan air potensi perkembangbiakan nyamuk aedes aegypti.

2. Histogram

Menampilkan histogram berfungsi untuk mengetahui dan menganalisis tingkat keabuan suatu bejana yang berisi genangan air maupun tidak berisi genangan air.

2.10 Skenario Pengujian Sistem

1. Tahap Pertama

60 citra uji yang telah diperoleh melalui proses akuisisi citra akan dijadikan sebagai citra uji. Terdiri dari 20 citra uji genangan air bersih, 20 citra uji genangan air keruh dan 20 citra uji tidak ada genangan air. Citra uji kemudian menjadi masukan pada proses *pre-processing*.

2. Tahap Kedua

Setelah *pre-processing*, dilakukan proses ekstraksi ciri menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Ekstraksi ciri dilakukan terhadap 20 parameter dan 4 sudut GLCM untuk mengetahui parameter berpola yang mempengaruhi citra.

3. Tahap Ketiga

Setelah mendapat parameter terbaik, akan dilakukan pengujian kembali terhadap parameter terbaik tersebut. Hal ini bertujuan untuk menentukan kombinasi parameter guna mencapai tingkat akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang singkat. Dalam penentuan kombinasi digunakan rumus Kombinasi.

4. Tahap Keempat

Setelah ekstraksi ciri, kemudian dilakukan proses identifikasi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

5. Tahap Kelima

Tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap tingkat akurasi dan waktu komputasi sistem.

3. Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Terhadap 20 Parameter dan 4 Sudut GLCM

Setelah dilakukan pengujian, diperoleh 5 parameter GLCM berpola yang mempengaruhi citra ada genangan air. Diantaranya *Contras*, *Correlation*, *Dissimilarity*, *Homogeneity*, dan *Sum Of Variance*.

3.2 Hasil Pengujian Terhadap 5 Parameter Berpola dan 4 Sudut GLCM

Pengujian akan dilakukan dengan proses kombinasi, yaitu memilih kombinasi parameter yang tepat dari 5 parameter. Persamaan kombinasi adalah :

$${}^n P_k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

dimana n adalah jumlah total parameter, dan k adalah jumlah kombinasi parameter. Masing – masing kombinasi parameter memiliki hasil yang direpresentasikan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai kesimpulan. A (*Contras*). B (*Correlation*). C (*Dissimilarity*). D (*Homogeneity*). E (*Sum of Variance*)

1. 5C1 = 5 kemungkinan

Pada pengujian 5C1 dapat disimpulkan bahwa rata-rata akurasi tertinggi pengujian 1 parameter atau 5C1 adalah 64,58% pada parameter C dengan rata-rata waktu komputasi 7,938. Untuk tingkat akurasi tertinggi diperoleh 71,66% dengan parameter A pada saat 90° waktu komputasi 8,014 detik, dan 71,66% dengan parameter C pada saat 90° waktu komputasi 7,767 detik.

2. 5C2 = 10 kemungkinan

Pada pengujian 5C2 dapat disimpulkan bahwa rata-rata akurasi tertinggi pengujian 2 parameter atau 5C2 adalah 85% pada kombinasi parameter A,B dengan rata-rata waktu komputasi 8,081. Untuk tingkat akurasi tertinggi diperoleh 93,33% dengan kombinasi parameter A,B pada saat 45° waktu komputasi 8,022 detik.

3. 5C3 = 10 kemungkinan

Pada pengujian 5C3 dapat disimpulkan bahwa rata-rata akurasi tertinggi pengujian 3 parameter atau 5C3 adalah 90% pada kombinasi parameter A,B,D dengan rata-rata waktu komputasi 8,202. Untuk tingkat akurasi tertinggi diperoleh 96,66% dengan kombinasi parameter A,B,D pada saat 0° waktu komputasi 8,09 detik.

4. 5C4 = 5 kemungkinan

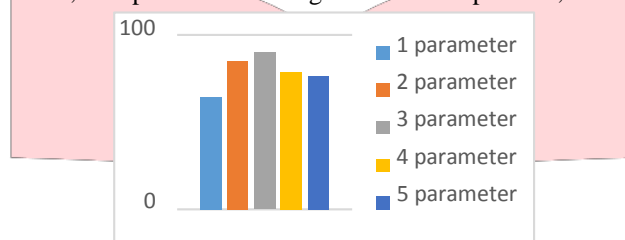
Pada pengujian 5C4 dapat disimpulkan bahwa rata-rata akurasi tertinggi pengujian 4 parameter atau 5C4 adalah 78,75% pada kombinasi parameter A,B,C,D dengan rata-rata waktu komputasi 8,366. Untuk tingkat akurasi tertinggi diperoleh 85% dengan parameter B,C,D,E pada saat 0° waktu komputasi 8,234 detik, dan 85% dengan parameter A,B,D,E pada saat 135° waktu komputasi 8,361 detik.

5. 5C5 = 1 kemungkinan

Pada pengujian 5C5 dapat disimpulkan bahwa rata-rata akurasi tertinggi pengujian 5 parameter atau 5C5 adalah 76,77% pada kombinasi parameter A,B,C,D,E dengan rata-rata waktu komputasi 8,39 detik. Untuk tingkat akurasi tertinggi diperoleh 81,66% pada saat 90° dengan waktu komputasi 8,03 detik.

6. Perbandingan rata-rata akurasi setiap kombinasi parameter.

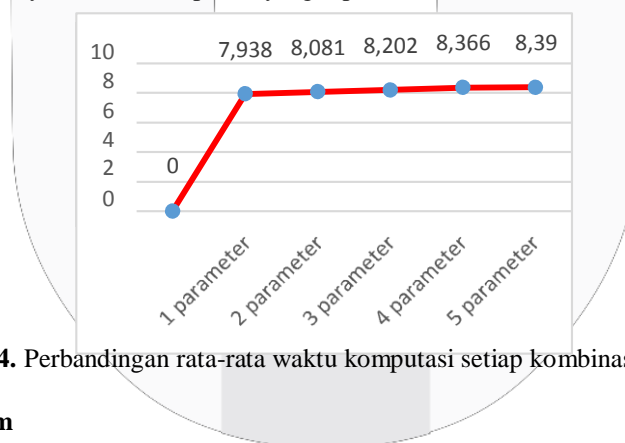
Jumlah kombinasi parameter mempengaruhi tingkat akurasi pengujian dan waktu komputasi. Rata-rata akurasi tertinggi diperoleh dari kombinasi menggunakan 3 parameter atau 5C3. Pada hasil pengujian 5C3, dapat diketahui bahwa pengaruh jenis parameter serta derajat juga mempengaruhi tingkat akurasi pengujian dan waktu komputasi. Akurasi tertinggi diperoleh melalui kombinasi parameter A,B,D (*Contras, Correlation, dan Homogeneity*) dengan akurasi 96,66% pada saat 0° dengan waktu komputasi 8,09 detik.



Gambar 3. Perbandingan rata-rata akurasi setiap kombinasi parameter

7. Perbandingan rata-rata waktu komputasi setiap kombinasi parameter.

Jumlah kombinasi parameter juga mempengaruhi waktu komputasi. Waktu komputasi tercepat diperoleh ketika 1 parameter dengan rata-rata 7,938 detik. Waktu komputasi terlama diperoleh ketika 5 parameter dengan rata-rata 8,39 detik. Berdasarkan hasil perbandingan kombinasi parameter terhadap waktu, semakin banyak jumlah parameter maka semakin banyak waktu komputasi yang diperlukan.



Gambar 4. Perbandingan rata-rata waktu komputasi setiap kombinasi parameter

3.3 Analisis Histogram

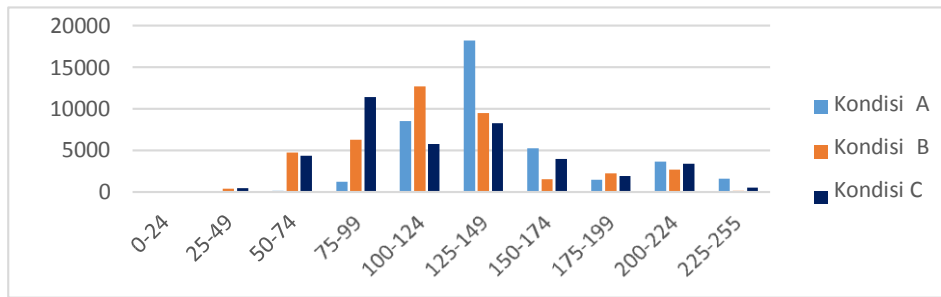
Kondisi :

A = Genangan air bersih

B = Tidak ada genangan air

C = Genangan air keruh

Pada rentang intensitas 50-74 jumlah rata-rata piksel pada kondisi B dan C jauh lebih banyak dibandingkan pada kondisi A. Pada rentang intensitas 75-99 jumlah rata-rata piksel pada kondisi C lebih banyak dibandingkan pada kondisi B dan lebih banyak jika dibandingkan pada kondisi A. Pada rentang intensitas 125-149 jumlah rata-rata piksel pada kondisi A jauh lebih banyak jika dibandingkan pada kondisi B dan jauh lebih banyak jika dibandingkan pada kondisi C. Pada rentang 175-199 dan 200-224 jumlah rata-rata piksel pada ketiga kondisi relatif sama. Gambar 4.8 merupakan grafik representasi perbandingan jumlah rata-rata piksel setiap rentang intensitas histogram antara kondisi A,B dan C



Gambar 5. Perbandingan jumlah rata-rata piksel setiap rentang histogram

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem pendeteksi genangan air potensi perkembangbiakan nyamuk, menggunakan metode ekstraksi ciri GLCM, serta metode klasifikasi JST, memiliki kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang dengan metode ekstraksi ciri GLCM dapat digunakan untuk mendeteksi genangan air potensi perkembangbiakan nyamuk dengan akurasi tertinggi 96,66%, menggunakan metode klasifikasi JST.
2. Akurasi tertinggi diperoleh ketika menggunakan kombinasi 3 parameter yaitu *Contras*, *Correlation* dan *Homogeneity* pada saat 0°.
3. Waktu komputasi yang dibutuhkan untuk mengekstraksi ciri 60 citra uji dengan 3 parameter adalah 8,09 detik.
4. Pada rentang intensitas 50-74 jumlah rata-rata piksel pada kondisi B dan C mencapai 4737,5 piksel dan 4333,83 piksel kondisi ini jauh lebih banyak dibandingkan pada kondisi A yang hanya mencapai 100,17 piksel. Pada rentang intensitas 75-99 jumlah rata-rata piksel pada kondisi C mencapai 11409,83 piksel, pada kondisi B mencapai 6267,17 piksel dan pada kondisi A 1183,83 piksel. Namun, pada rentang intensitas 125-149 jumlah rata-rata piksel pada kondisi A mencapai 18204,33 piksel jauh lebih banyak jika dibandingkan pada kondisi B yang mencapai 9502,83 piksel dan pada kondisi C yang mencapai 8270,33 piksel. Pada rentang 175-199 dan 200-224 jumlah rata-rata piksel pada ketiga kondisi relatif sama.

4.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan Tugas Akhir atau penelitian selanjutnya :

1. Perbanyak citra latihan dengan menambahkan variasi bentuk bejana, warna bejana, warna genangan air, ketinggian akuisisi citra, dan pergeseran untuk disimpan kedalam *database*
2. Gunakan *Lux Meter* untuk standar pengukuran cahaya.
3. Gunakan *drone* dengan kamera yang lebih tinggi dari 1.3 MP.
4. Obyek genangan air dalam satu citra berjumlah lebih dari satu.

Daftar Pustaka :

- [1] Prasetyo, Eko. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [2] Putra, Toni Wijanarko Adi. 2013. *Pengenalan Wajah Dengan Matriks Kookurensi Aras Keabuan Dan Jaringan Syaraf Tiruan Probabilistik*. Universitas Diponegoro Semarang.
- [3] Womack, M. 1993. *The yellow fever mosquito, Aedes aegypti*. Wing Beats, Vol. 5(4):4.
- [4] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung : Informatika.
- [5] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Andi.
- [6] Eliyani; *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan; MateriKuliah.Com; 2005*
- [7] Kadir, Abdul., Adhi, Susanto. 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*.
- [8] Naory, Randy. 2014. *Implementasi Pengenalan Daun Herbal Pada Pohon Dengan Metode Speeded Up Robust Features Berbasis Pengolahan Citra Digital*. Bandung : Tidak diterbitkan.
- [9] Profil Nyamuk Aedes dan Pembasmiannya, <http://indonesiaindonesia.com/f/13744-profil-nyamuk-aedes-pembasmiannya>, terakhir diakses tanggal 3 Juni 2015
- [10] Wicaksono, Felix Yanuar Endro. 2009. *Badan Perpustakaan dan Arsip Daerah Provinsi DIY*.
- [11] Febriyanto, Dian Rama. 2014. *Deteksi Keaslian Dan Nominal Uang Dollar Amerika Menggunakan Filter 2d Gabor Wavelet Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Kohonen*. Bandung : Tidak diterbitkan.
- [12] Partio, Mari., Bogdan, Cramariuc., Moncef, Gabbouj., Ari, Visa. *Rock Texture Retrieval Using Gray Level Co-Occurrence Matrix*. Tampere University of Technology, Finland.