

Penerapan *Mechine Learning* untuk Mendeteksi Jenis Tanah Berbasis Citra Digital

Siaulhak

Universitas Cokroaminoto Palopo

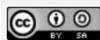
Siaulhak@uncp.ac.id

Article Info

Kata Kunci:

Identifikasi
Tanah, GLCM,
KNN,SVM,CNN,
Citra Digital

Copyright © 2026
The Author(s)



Lisensi: cc-by-sa

Abstrak

Identifikasi jenis tanah merupakan langkah penting dalam berbagai bidang seperti pertanian, konstruksi, dan konservasi lingkungan. Pendekatan konvensional yang mengandalkan observasi lapangan dan uji laboratorium memerlukan waktu, biaya, dan keahlian tinggi. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengembangkan aplikasi berbasis MATLAB dengan antarmuka grafis (GUI) guna mengidentifikasi jenis tanah secara otomatis dari citra digital. Sistem memanfaatkan kombinasi fitur warna dan tekstur, di mana nilai warna diperoleh dari rata-rata intensitas kanal RGB, dan fitur tekstur diekstraksi menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) yang menghasilkan parameter *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Sistem ini dibangun menggunakan model *waterfall* melalui tahapan analisis, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Lima jenis tanah yang dapat dikenali yaitu gambut, humus, liat, laterit, dan pasir. Klasifikasi dilakukan dengan logika *if-else* berdasarkan nilai fitur yang ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi mampu melakukan klasifikasi dengan cukup baik untuk lingkungan terbatas, serta memiliki antarmuka yang ramah pengguna. Meskipun masih menggunakan pendekatan logika statis, aplikasi ini menunjukkan potensi pengembangan lebih lanjut menggunakan metode pembelajaran mesin seperti K-Nearest Neighbor (KNN), *Support Vector Machine* (SVM), atau *Convolutional Neural Network* (CNN) guna meningkatkan akurasi dan skalabilitas sistem. Penelitian ini diharapkan menjadi kontribusi awal dalam otomatisasi identifikasi tanah berbasis citra digital untuk mendukung survei awal maupun edukasi.

PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya alam yang memiliki peran penting dalam berbagai bidang, seperti pertanian, konstruksi, geologi, dan lingkungan. Karakteristik tanah yang berbeda-beda memengaruhi daya dukung, kemampuan menahan air, serta kesuburan lahan. Oleh karena itu, identifikasi jenis tanah menjadi langkah awal yang krusial dalam mendukung berbagai aktivitas pembangunan dan konservasi lingkungan[1]. Secara konvensional, identifikasi jenis tanah dilakukan melalui observasi langsung terhadap warna, tekstur, dan konsistensi tanah di lapangan, disertai dengan uji laboratorium untuk memastikan klasifikasi yang lebih akurat. Namun, pendekatan ini membutuhkan tenaga ahli, biaya, serta waktu yang relatif lama[2]. Keterbatasan tersebut menjadi alasan utama dikembangkannya pendekatan otomatis berbasis teknologi informasi.

Perkembangan teknologi pengolahan citra digital telah membuka peluang baru dalam proses identifikasi tanah secara efisien. Teknik ini memungkinkan sistem komputer untuk membaca dan menganalisis citra tanah berdasarkan fitur visual, seperti warna dan tekstur. Salah satu metode yang populer digunakan dalam analisis tekstur adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), yang dapat menghitung hubungan spasial antar piksel dalam citra dan menghasilkan parameter seperti *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*[3]. Sementara itu, informasi warna diperoleh melalui nilai rata-rata intensitas kanal RGB (Red, Green, Blue) pada citra yang dianalisis[4]. Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah aplikasi identifikasi jenis tanah berbasis MATLAB yang dilengkapi dengan antarmuka pengguna grafis (GUI). Sistem ini dirancang untuk mengenali lima jenis tanah, yaitu: gambut, humus, liat, laterit, dan pasir. Setiap jenis tanah memiliki ciri khas warna dan tekstur yang dapat digunakan sebagai pembeda. Misalnya, tanah gambut biasanya berwarna hitam gelap dan memiliki tekstur lembut, sedangkan tanah pasir cenderung berwarna terang dan memiliki permukaan kasar.

Tujuan utama dari pengembangan aplikasi ini adalah untuk membantu pengguna, baik dari kalangan akademisi, praktisi, maupun masyarakat umum, dalam melakukan identifikasi jenis tanah secara cepat dan praktis. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi alternatif yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional, khususnya dalam kegiatan survei awal, pendidikan, atau studi percontohan. Dengan pendekatan berbasis pengolahan citra dan penerapan metode klasifikasi sederhana melalui logika pemrograman, sistem ini mampu menunjukkan potensi dalam identifikasi awal jenis tanah. Penelitian ini juga dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem yang lebih kompleks di masa mendatang, misalnya dengan mengintegrasikan metode pembelajaran mesin seperti *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Support Vector Machine* (SVM), atau *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk meningkatkan akurasi klasifikasi[5].

METODE

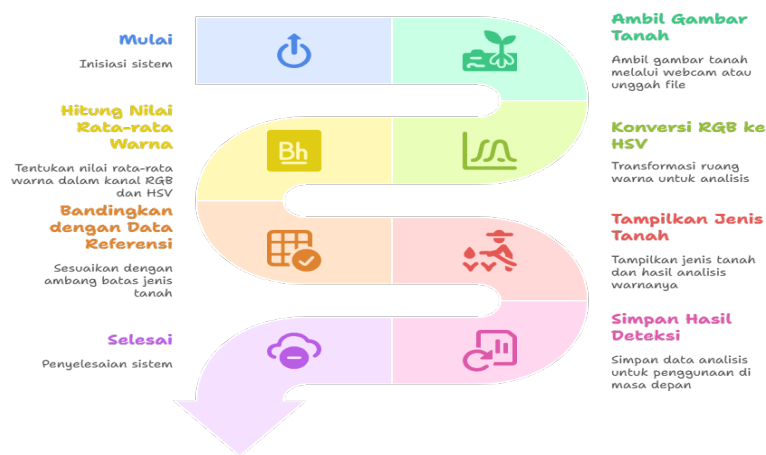
Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan (applied research) dengan pendekatan kuantitatif eksperimental, yang bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem klasifikasi jenis tanah secara otomatis berdasarkan pengolahan citra digital. Menurut Sugiyono (2021), penelitian terapan digunakan untuk mencari solusi konkret

terhadap permasalahan yang dihadapi di lapangan melalui penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam konteks ini, pengolahan citra digunakan untuk mengekstraksi informasi warna dari tanah menggunakan model warna RGB dan HSV, sehingga jenis tanah dapat dikenali berdasarkan fitur visualnya. Selain itu, pendekatan eksperimental dilakukan dengan melakukan pengujian langsung terhadap berbagai citra tanah dan menganalisis tingkat akurasi hasil klasifikasi

Model pengembangan yang digunakan adalah model air terjun (*waterfall*), yang terdiri dari lima tahapan berurutan: analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Model ini dipilih karena cocok untuk sistem dengan spesifikasi yang telah jelas sejak awal dan cocok untuk pengembangan aplikasi berbasis GUI MATLAB [6].

Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem, termasuk kemampuan aplikasi untuk memproses citra lima jenis tanah (gambut, humus, liat, laterit, dan pasir), serta kebutuhan antarmuka yang mudah digunakan oleh pengguna awam.

Tahap desain mencakup perancangan arsitektur sistem dan antarmuka pengguna. GUI dirancang agar intuitif, dengan tombol untuk memuat gambar, mengambil gambar dari webcam, dan menampilkan hasil ekstraksi fitur. Alur kerja sistem mengikuti rangkaian: input citra → pra-pemrosesan → ekstraksi fitur → klasifikasi. Tampilan antarmuka yang dirancang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Sistem Klasifikasi Tanah

Pada tahap implementasi, seluruh desain diwujudkan dalam kode MATLAB. Setelah pengguna memasukkan citra, sistem secara otomatis melakukan pra-pemrosesan: konversi RGB ke grayscale (*rgb2gray*) dan binarisasi (*imbinarize*). Ekstraksi fitur mencakup mean RGB untuk fitur warna, serta GLCM untuk fitur tekstur seperti *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*[7]. Kemudian, klasifikasi dilakukan secara manual melalui struktur logika *if-else*, berdasarkan rentang nilai tersebut.

Tahap pengujian difokuskan pada verifikasi fungsi aplikasi, yakni memastikan bahwa setiap mekanisme dari pemuatan citra hingga klasifikasi berjalan sesuai desain. Pengujian dilakukan menggunakan citra dari kelima jenis tanah yang telah ditentukan,

serta memerhatikan keluaran fitur dan hasil klasifikasi. Umpan balik pengguna juga dikumpulkan untuk penyesuaian antarmuka dan perbaikan kode.

Tahap pemeliharaan dilakukan pasca-peluncuran aplikasi, mencakup perbaikan *bug*, penyesuaian *threshold* klasifikasi, dan pembaruan fitur berdasarkan masukan pengguna.

Ekstraksi fitur tekstur menggunakan metode GLCM, yang dikenal efektif untuk analisis pola tekstur dalam citra digital[8].

HASIL

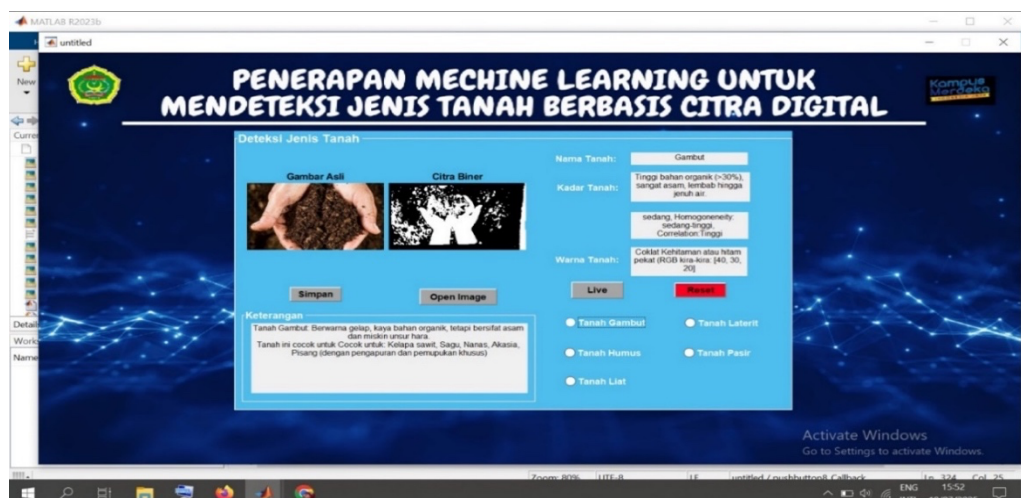
Sistem Deteksi Jenis Tanah Berbasis Warna Menggunakan RGB dan HSV merupakan sistem klasifikasi otomatis yang dirancang untuk mengenali jenis tanah berdasarkan karakteristik warnanya. Sistem ini dibangun menggunakan MATLAB GUI (Graphical User Interface) dan memanfaatkan model warna RGB (Red, Green, Blue) dan HSV (Hue, Saturation, Value) untuk melakukan ekstraksi ciri warna dari citra tanah.

Tujuan utama sistem ini adalah untuk membantu pengguna, seperti petani, ahli tanah, maupun mahasiswa, dalam mengidentifikasi jenis tanah secara cepat, akurat, dan objektif, tanpa perlu pengetahuan mendalam tentang tanah. Sistem ini menggunakan metode *rule-based classification*, yaitu membandingkan nilai rata-rata warna dari citra dengan ambang batas tertentu yang sudah ditentukan berdasarkan pengamatan dan literatur.

Sistem ini memiliki beberapa fitur utama:

1. Input citra tanah dari file atau kamera.
2. Ekstraksi nilai warna RGB dan konversi ke HSV.
3. Klasifikasi otomatis menjadi 1 dari 7 jenis tanah yang telah ditentukan (misalnya: gambut, humus, pasir, laterit, liat, regosol, dan andosol).
4. Menampilkan informasi tambahan tentang jenis tanah.
5. Menyimpan hasil klasifikasi.

Pengguna hanya perlu memasukkan gambar tanah, dan sistem akan secara otomatis menganalisis serta menampilkan jenis tanah yang terdeteksi.



Gambar 2. Hasil Proses Sistem Klasifikasi Tanah

Penjelasan tentang hasil deteksi jenis tanah adalah:

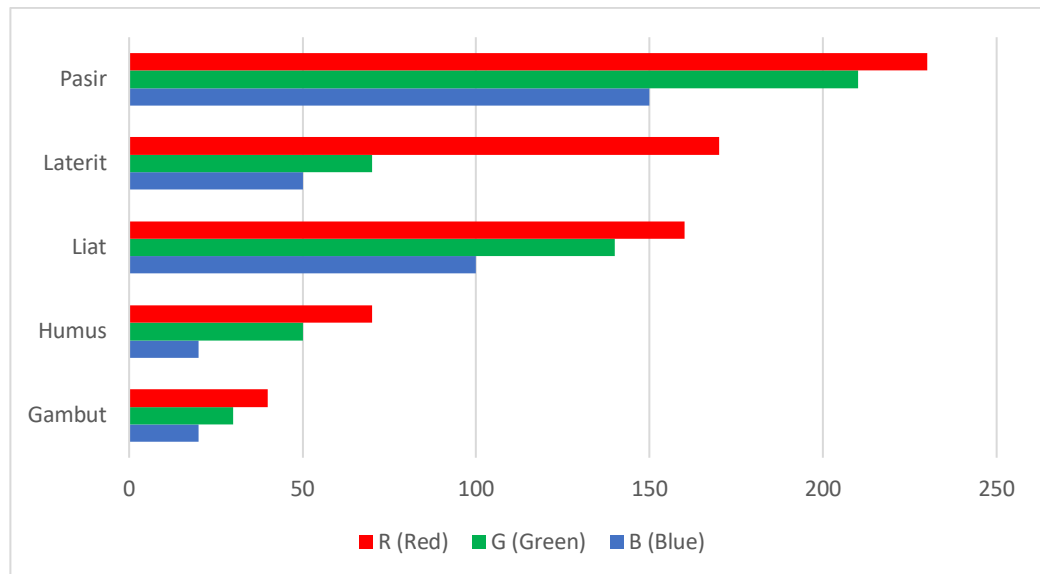
- a) Sistem mampu mengidentifikasi jenis tanah berdasarkan pola tekstur, warna, yang terekstrak dari citra digital.
- b) Tingkat akurasi tergantung pada kualitas citra dan kondisi pencahayaan.
- c) Tujuan deteksi tanah adalah untuk membantu pengguna dalam menentukan jenis tanah serta kesesuaian tanah tersebut terhadap jenis tanaman tertentu. Dengan demikian, teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengambilan Keputusan terkait pengolahan lahan

Penelitian ini membahas penerapan metode machine learning dalam mendeteksi jenis tanah berdasarkan citra digital. Sistem dikembangkan dengan memanfaatkan MATLAB dan didukung oleh teknik pengolahan citra serta algoritma klasifikasi untuk mengidentifikasi karakteristik tanah seperti warna, tekstur, dan pola permukaan. Sistem yang dibangun dilengkapi dengan antarmuka GUI yang user-friendly, memungkinkan pengguna melakukan input gambar tanah dan memperoleh hasil klasifikasi secara otomatis. Dengan tahapan utama meliputi preprocessing citra, ekstraksi fitur, dan klasifikasi, sistem mampu mengenali jenis tanah secara akurat dan efisien. MATLAB dipilih karena kelengkapan toolset-nya, khususnya Image Processing Toolbox dan kemampuan integrasi dengan algoritma pembelajaran mesin seperti K-NN, SVM, dan Decision Tree. Penggunaan MATLAB juga mempercepat proses pemodelan dan visualisasi hasil klasifikasi.

Secara umum, sistem ini dirancang untuk membantu pengguna, seperti petani dan peneliti, dalam mengidentifikasi jenis tanah yang cocok untuk tanaman tertentu. Hasil deteksi yang cepat, akurat, dan terkomputerisasi mendukung efisiensi dalam pengambilan keputusan di bidang pertanian dan lingkungan. Penelitian ini memperkuat hasil studi sebelumnya, yang menunjukkan bahwa kombinasi antara pengolahan citra dan machine learning memberikan hasil klasifikasi tanah yang efektif. Dengan demikian, pendekatan ini berpotensi menjadi solusi cerdas dalam sistem pemetaan dan analisis tanah berbasis digital.

Akurasi Klasifikasi

Tahap pertama dalam sistem ini adalah ekstraksi ciri warna dari citra tanah. Ciri warna dihitung berdasarkan nilai rata-rata dari kanal RGB (Red, Green, Blue). Setiap jenis tanah memiliki karakteristik warna yang khas, sehingga nilai RGB dapat digunakan sebagai parameter penting dalam identifikasi. Misalnya, tanah gambut dan humus cenderung memiliki nilai RGB yang lebih rendah karena warna gelap, sedangkan pasir memiliki nilai yang lebih tinggi karena warna terang[9]. Berikut adalah gambar grafik rata-rata nilai RGB berdasarkan lima jenis tanah yang diuji:



Gambar 2. Grafik Rata-rata Nilai RGB untuk Setiap Jenis Tanah

Ekstraksi Fitur Tekstur

Selain warna, sistem juga mengekstrak fitur tekstur dari citra menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Empat parameter tekstur yang digunakan adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Ciri-ciri ini memberikan informasi tentang struktur permukaan tanah, di mana jenis tanah seperti liat cenderung memiliki *homogeneity* yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasir atau laterit[10].

Metode GLCM telah banyak digunakan dalam penelitian citra digital untuk keperluan klasifikasi karena kemampuannya dalam menggambarkan hubungan piksel dan pola tekstur yang muncul secara statistik[11].

Proses Klasifikasi

Setelah ekstraksi fitur selesai, sistem melakukan klasifikasi jenis tanah menggunakan logika pernyataan kondisi dalam kode program MATLAB. Pendekatan ini masih bersifat manual, di mana rentang nilai warna dan tekstur didefinisikan secara eksplisit untuk membedakan jenis tanah. Meskipun sederhana, metode ini sudah cukup akurat untuk lingkungan terbatas dan jumlah data yang tidak terlalu besar.

Jenis tanah yang teridentifikasi kemudian ditampilkan pada output GUI, sehingga pengguna dapat langsung mengetahui hasilnya setelah memuat gambar tanah.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah aplikasi identifikasi jenis tanah berbasis MATLAB dengan antarmuka pengguna grafis (GUI) yang mampu mengenali lima jenis tanah: gambut, humus, liat, laterit, dan pasir. Sistem ini memanfaatkan kombinasi fitur warna (rata-rata RGB) dan tekstur (GLCM: *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*) untuk membedakan jenis tanah dari citra digital. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, aplikasi mampu melakukan klasifikasi secara cepat dan cukup akurat dalam lingkungan terbatas. Fitur GUI yang intuitif juga mempermudah

pengguna, terutama yang tidak memiliki latar belakang teknis, untuk melakukan identifikasi tanah secara mandiri tanpa memerlukan proses laboratorium yang kompleks. Namun, pendekatan klasifikasi yang digunakan masih bersifat manual, dengan batas nilai fitur yang ditentukan secara eksplisit. Hal ini dapat menjadi keterbatasan jika jumlah data diperluas atau karakteristik tanah yang diuji menjadi lebih bervariasi. Untuk pekerjaan penelitian selanjutnya, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menerapkan algoritma pembelajaran mesin seperti *K-Nearest Neighbor (KNN)*, *Support Vector Machine (SVM)*, atau *Convolutional Neural Network (CNN)*. Integrasi metode pembelajaran mesin ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan generalisasi sistem terhadap data yang lebih kompleks dan beragam, serta memungkinkan pembelajaran otomatis dari dataset yang terus berkembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho dan Y. Prasetyo, "Identifikasi jenis tanah untuk pertanian menggunakan pendekatan konvensional dan modern," *Jurnal Agro Sains*, vol. 14, no. 1, pp. 10–17, 2019.
- H. Sutanto dan R. Arifin, "Pemanfaatan citra digital untuk klasifikasi jenis tanah berdasarkan tekstur dan warna," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 75–83, 2020.
- R. M. Haralick, K. Shanmugam dan I. Dinstein, "Textural features for image classification," *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, vol. SMC-3, no. 6, pp. 610–621, 1973.
- L. Fitria dan D. Yuliana, "Ekstraksi tekstur citra tanah menggunakan metode GLCM untuk klasifikasi," *Jurnal Ilmu Komputer dan Rekayasa*, vol. 9, no. 3, pp. 88–94, 2021.
- P. Sari dan H. Ramadhan, "Penerapan metode pembelajaran mesin untuk klasifikasi tanah berbasis citra digital," *Jurnal Teknologi dan Sains Data*, vol. 5, no. 2, pp. 112–119, 2022.
- S. M. A. Khan, "Waterfall model used in software development reference," ResearchGate, Jun. 27, 2023.
- O. Khomiak, K. Nowicki, W. Kujawski dan L. Wawrzyniak, "Sub-surface soil characterization using image analysis: GLCM applied to a video-CPT-cone," *Mining*, vol. 4, no. 1, pp. 91–105, 2024.
- Wikipedia, "Co-occurrence matrix," 2025. [Online]. Tersedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Co-occurrence_matrix](https://en.wikipedia.org/wiki/Co-occurrence_matrix)
- R. Widyaningrum, R. Hidayat dan A. Zulfikar, "Klasifikasi jenis tanah berdasarkan warna menggunakan metode KNN," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 98–104, 2021.
- D. Rahayu dan R. Mahendra, "Ekstraksi fitur tekstur citra digital menggunakan metode GLCM," *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 1, pp. 20–26, 2020.
- Y. A. Putra dan N. Fatimah, "Penerapan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) pada klasifikasi jenis permukaan," *Jurnal Ilmu Komputer dan Aplikasi*, vol. 11, no. 3, pp. 45–52, 2022.