

SISTEM IDENTIFIKASI WARNA TANAH *MUNSELL* MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200 DAN KELEMBABAN YL-69

Missalamsani¹⁾, Restu Adeline Pangestika²⁾, Margi Cahyanti³⁾, dan Ericks Rachmat Swedia⁴⁾

^{1,2} Sistem Komputer, Universitas Gunadarma

³ Sistem Informasi, Universitas Gunadarma

⁴ Informatika, Universitas Gunadarma

^{1,2,3,4} Jalan Margonda Raya No.100, Pondok Cina, Depok

E-mail : missa@staff.gunadarma.ac.id¹⁾, riyandarham18@gmail.com²⁾, margi@staff.gunadarma.ac.id³⁾,
ericks_rs@staff.gunadarma.ac.id⁴⁾

ABSTRAK

Tanah merupakan salah satu sumber daya yang penting bagi kehidupan di Bumi. Tanah menyediakan air, udara serta nutrisi yang dibutuhkan oleh Bumi. Berdasarkan sudut pandang penggunaan lahan untuk kebutuhan pertanian dan produksi biomassa, sumber daya lahan dapat menghasilkan makanan, pakan, pakaian, tempat tinggal dan bio energi yang dapat mendukung keberlangsungan kehidupan Manusia. Tanah memiliki banyak bentuk dan memiliki fitur sendiri yang menentukan kekuatan dan kelemahan dalam pemanfaatan yang berbeda. Salah satu sifat yang paling sering digunakan oleh para peneliti untuk menggambarkan dan mengklasifikasikan tanah berdasarkan warna. Pengklasifikasian jenis tanah yang biasa digunakan yaitu bagan warna tanah *Munsell* dengan 238 warna standar berbentuk *chip* persegi panjang. Namun, proses pencocokan sampel dengan *chip* warna bergantung pada keterampilan pengamatan subjektif dari pengguna. Saat era modern ini, kemajuan teknologi berkembang semakin pesat. Salah satunya (IoT) dapat digunakan sebagai media pendukung. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonversi nilai warna RGB tanah menjadi nilai HCV *Munsell*, hasil konversi nilai tersebut. Perancangan sistem ini dengan mengambil nilai warna RGB pada tanah yang dikirimkan melalui *Application Programming Interface* (API), di dalam API melakukan konversi nilai RGB ke nilai HVC *Munsell*, lalu hasil tersebut ditampilkan pada layar LCD 20x4. Pemilihan LCD 20x4 sebagai *output* agar memudahkan pengguna agar tidak perlu repot membawa gawai saat menggunakannya langsung di lapangan. Uji coba pada penelitian menggunakan tiga jenis tanah yang berbeda dengan percobaan sepuluh kali pada jenis tanah masing-masing.

Kata Kunci: API, HCV, IoT, *Munsell*, RGB, Warna

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya yang penting bagi kehidupan di bumi. Tanah menyediakan air, udara serta nutrisi yang dibutuhkan. Dari sudut pandang penggunaan lahan untuk kebutuhan pertanian dan produksi bio massa, sumber daya lahan dapat menghasilkan makanan, pakan, pakaian, tempat tinggal dan bio energi yang dapat mendukung kehidupan manusia (Rahmayuni dkk., 2018)

Pada tahun 1915-an sistem *munsell* ditemukan oleh Albert H. *Munsell* yang mendesain sistem warna 3D yang berdasarkan *hue*, *value* dan *chroma* untuk melakukan pengukuran warna tanah, sistem *munsell* menggunakan standar *hue* dan nilai numerik untuk *chroma* dan *lightness* untuk mendefinisikan warna.

Beragam warna tanah standar dikumpulkan dalam buku *Munsell Soil Color Chart*, dan ilmuwan tanah secara rutin menggunakan grafik ini untuk menentukan warna tanah dengan perbandingan visual dengan warna standar.

Buku *Munsell* ini terdiri dari kertas persegi panjang berwarna kecil yang dikodekan dalam sistem *Munsell*, biasanya disebut dengan nama *chip* warna (Milotta dkk., 2018). Pemanfaatan kemajuan teknologi yang semakin pesat, salah satunya adalah *Internet of Things* (IoT)

secara umum teknologi ini menciptakan konsep untuk memperluas manfaat dari koneksi internet atau perangkat yang menggunakan media internet (Fahlevi & Gunawan, 2021).

Dalam rangka membantu proses klasifikasi warna tanah secara digital, beberapa peneliti yang sebelumnya. Menggunakan metode Histogram dan Ekstraksi Ciri *K-Nearest Neighbor* digunakan untuk klasifikasi jenis tanah di Kota Banjar, Jawa Barat. Nilai ekstraksi histogram dan hasil sistem memiliki nilai akurasi tertinggi 60% yaitu nilai $K = 1$ dan nilai $K = 3$ dari total data uji sebanyak 20 data berhasil mengimplementasikan metode ekstraksi fitur histogram warna untuk masing-masing komponen warna (Rudi & Avianto, 2019).

Priandana membuat alat penentuan warna tanah menggunakan sensor warna dan rangkaian yang terintegrasi dengan *microcontroller*, dengan hasil keluaran berupa kode warna sesuai dengan notasi pada *Munsell Soil Color Cart* yang dapat dilihat pada alat *display*. Menggagas sebuah alat bersifat *mobile* dengan menggunakan aplikasi SCOTECT (*Soil Color Detection Mobile Apps*), dengan kesimpulan kinerja algoritma yang ditanamkan pada aplikasi melakukan klasifikasi warna dengan akurasi 90,58% (Priandana dkk., 2014).

Robbani menggunakan *Operating System* berbasis Android untuk membuat aplikasi E-Soil yang berguna untuk mengidentifikasi jenis warna pada tanah berdasarkan buku *Munsell Soil Color Chart* sehingga dapat memudahkan petani dalam mengetahui warna tanah yang memiliki kandungan unsur hara yang berhubungan dengan kesuburan tanah tersebut (Robbani dkk., 2016).

Saat ini, belum banyak aplikasi *website* untuk mendeteksi warna tanah secara otomatis melalui berdasarkan *Munsell Soil Color Char*. Dari permasalahan tersebut, maka peneliti bertujuan untuk mengembangkan suatu Sistem Identifikasi Warna Tanah menggunakan sensor warna TCS3200 dan sensor kelembaban YL-69 berdasarkan Ruang Warna HVC *Munsell Soil Color Chart*. Rancangan ini berguna untuk membantu peneliti baik dari bidang pertanian maupun pembangunan untuk mengidentifikasi warna tanah dengan lebih mudah. Alat ini menggunakan sebuah *microcontroller* ESP8266 yang tersambung dengan internet sebagai bagian dari sistem IoT, lalu membuat *Application Programing Interface* (API). API ini berguna untuk mengkonversi nilai warna RGB tanah menjadi nilai HVC *Munsell*, hasil konversi tersebut akan dapat ditampilkan pada layar LCD 20x4 (20 Karakter, 4 Baris). Pemilihan LCD 20x4 sebagai *output* agar memudahkan pengguna agar tidak perlu membawa gawai saat menggunakannya langsung di lapangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kemungkinan kesalahan pencocokan warna tanah, serta mempermudah pengguna *Munsell Soil Color Chart* dalam mengklasifikasikan warna tanah.

2. RUANG LINGKUP

Adapun ruang lingkup yang ditetapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang prototipe suatu dengan sistem identifikasi warna yang dapat mengidentifikasi jenis warna tanah.
2. Bagaimana cara kerja sistem identifikasi jenis tanah menggunakan sensor warna.
3. Menampilkan informasi jenis warna tanah LCD20x4.
4. Merancang Sistem Cerdas Identifikasi Jenis Tanah dengan teknik pembacaan menggunakan teknologi sensor warna TCS3200 yang serta memanfaatkan teknologi IoT dalam mengkonversi nilai RGB menjadi nilai HVC.
5. Perancangan ini menampilkan jenis warna tanah sesuai dengan panduan dari buku *Munsell Soil Color Chart*.

3. BAHAN DAN METODE

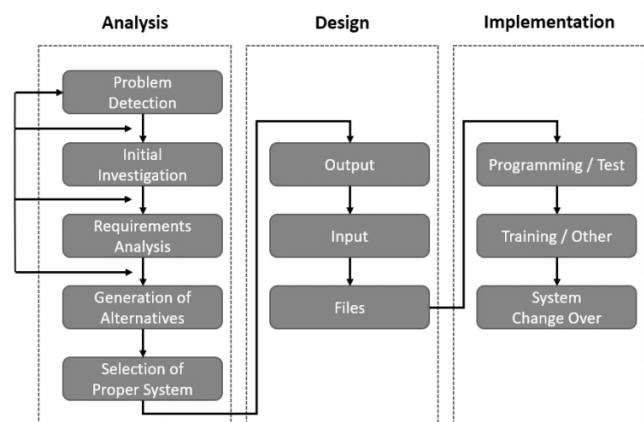
Pada bagian bahan dan metode yang digunakan dalam mendukung penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1 Systems Development Life Cycle

Berfungsi untuk menggambarkan tahapan-tahapan utama dan langkah-langkah dari setiap tahapan yang secara garis besar terbagi dalam lima kegiatan utama, yaitu (Steven & Christianto, 2021) :

1. Analisis : Proses analisis ini meliputi analisa terhadap kebutuhan yang diperlukan untuk mempermudah dalam penyelesaian masalah. Bagian ni termasuk dalam bagian perencanaan.
2. Perancangan : Setelah mendapatkan analisa kebutuhan yang diperlukan, maka dilakukan perancangan sehingga menghasilkan *prototype* dan beberapa *output* lain meliputi dokumen berisi desain, pola, dan komponen yang diperlukan.
3. Pengembangan : Proses pengembangan adalah tahap dimana rancangan yang telah dibuat mulai dikerjakan atau diimplementasikan menjadi sistem yang utuh. Tahap ini menghabiskan waktu yang cukup lama karena akan muncul kendala baru yang dapat menghambat perkembangan sistem. Perubahan mungkin terjadi pada tahap ini.
4. Pengujian : Setelah sistem selesai dikembangkan, maka sistem harus melalui tahap pengujian sebelum digunakan sepenuhnya. Pada tahap ini, ada beberapa hal yang harus diperhatikan secara seksama. Hal tersebut adalah kemudahan penggunaan serta pencapaian tujuan dari sistem yang sudah disusun sejak awal, karena jika ada kesalahan, tahap pertama hingga keempat harus di perbaharui, diulang atau dirombak total.
5. Implementasi : Tahap implementasi merupakan tahapan akhir dalam metodologi SDLC. Sistem yang telah dibuat, diuji coba dan dipastikan dapat bekerja secara optimal.

Setiap kegiatan dalam SDLC dapat dijelaskan melalui tujuan (*purpose*) dan hasil kegiatannya (*deliverable*). Apabila kegiatan utama tersebut dijabarkan ke dalam langkah-langkah yang lebih rinci dapat digambarkan seperti berikut (Widharma, 2017):



Gambar 1. Stages of Problem Solving Systems Development Life Cycle (SDLC)

3.2 Tanah

Tanah atau *solum* dalam bahasa Latin dan lahan dalam bahasa Jawa merupakan benda yang sangat berarti untuk kehidupan manusia. Tanah menyediakan air, udara dan nutrisi yang dibutuhkan bagi makhluk hidup. Selain itu tanah juga dapat digunakan dalam bidang pertanian sehingga bisa menghasilkan pangan, papan, sandang, papan dan bio energi. Tanah memiliki sifat fisika seperti tekstur, struktur, kepadatan, porositas, aerasi, kekuatan, suhu, dan warna tanah (Utomo & others, 2016).

Sifat-sifat tersebut merupakan faktor dominan dalam mempengaruhi penggunaan tanah. Salah satu sifat yang paling sering digunakan oleh para peneliti untuk menggambarkan dan mengklasifikasikan tanah adalah warna. Hasil klasifikasi tanah selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar penilaian kesesuaian lahan berbagai tanaman pertanian maupun kebutuhan lainnya (Mukrin dkk., 2019).

3.3 Ruang Warna RGB

Ruang warna *Red, Green, Blue* (RGB) merupakan ruang warna standar yang didasarkan pada akuisisi frekuensi warna yang didapat melalui sensor elektronik. Keluaran dari sensor ini merupakan sinyal analog. Lalu keluaran sinyal analog intensitas amplitudonya di digitalisasi dan dikodekan dalam 8 *bit* untuk setiap warna. Ruang warna RGB ini tidak memerlukan transformasi untuk menampilkan informasi pada layar monitor. Alasan di atas ini menyebabkan nilai RGB tersebut banyak dimanfaatkan sebagai ruang warna dasar bagi sebagian besar aplikasi yang digunakan pada saat ini (Swedia & Cahyanti, 2010).

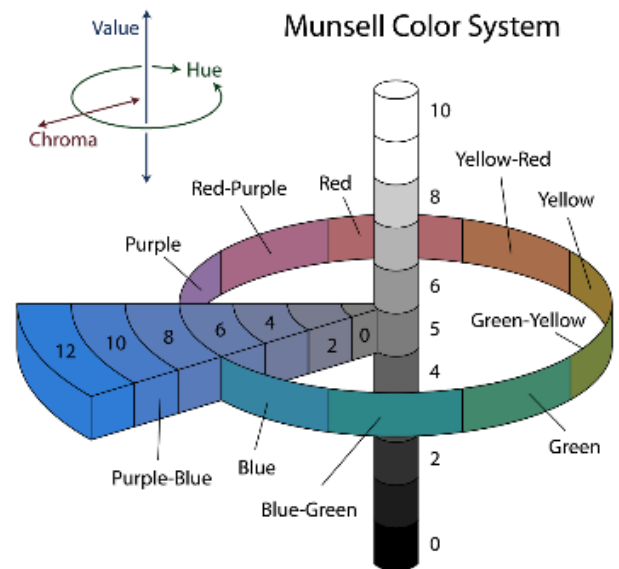
3.4 Ruang Warna HVC

HVC (*Hue, Value* dan *Chroma*) merupakan ruang warna yang terdiri dari tiga variabel penting. Ruang warna HVC selalu berkaitan erat dengan sistem warna *Munsell*, penggambaran dan perbandingan warna satu sama lain pertama kali ditemukan pada awal abad ke-20. Sistem *Munsell* HVC ini menggambarkan warna berdasarkan *Hue, Value* dan *Chroma*, besaran yang dijelaskan menggunakan konsep bola sehingga semua warna dapat terlihat dan dapat dijelaskan terkait satu sama lain. *Hue* merupakan spektrum warna yang dominan sesuai dengan panjang gelombangnya, sementara *value* menyatakan gelap terangnya warna berdasarkan banyaknya pantulan sinar, sedangkan *chroma* menunjukkan didefinisikan sebagai gradasi kemudian dari warna kelabu atau putih netral ke warna lainnya (Rudiono, 2019).

3.5 Sistem Warna Munsell

Dalam kolorimetri, sistem warna *Munsell* adalah sebuah ruang warna yang membagi warna berdasarkan pada tiga dimensi warna : nama warna, nilai (pencahayaannya), dan intensitas. Sistem ini dihasilkan oleh Profesor Albert H. *Munsell* pada dekade pertama 100

tahun ke-20 dan diadopsi oleh USDA sebagai sistem warna resmi untuk penelitian tanah pada 1930 an. Sebelum data *Munsell* distandardisasi, nama-nama warna diberikan berdasarkan warna alamiah yang dimiliki, misalnya, warna hijau alpukat untuk menunjukkan warna hijau yang menyerupai warna buah alpukat (Fitriyah & Wihandika, 2021).



Gambar 2. Munsell Color System

3.6 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul *microcontroller* yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya (Pangestu dkk., 2019). NodeMCU merupakan sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi *microcontroller* dan ESP8266 juga dapat terkoneksi pada internet dengan modul *wifi*. Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring ataupun controlling pada proyek IoT. Aplikasi Arduino IDE dapat digunakan sebagai compiler program yang akan digunakan pada NodeMCU ESP8266. Secara fisik bentuk dari NodeMCU ESP8266, terdapat *port* USB (*mini* USB) yang memudahkan dalam pemrogramannya hal ini dikarenakan port *mini* USB adalah *port* umum yang hampir dimiliki semua orang. Fungsi modul ESP8266 dikhususkan untuk “*connected to internet*”, modul ESP8266 juga merupakan turunan hasil pengembangan dari modul platform IoT ESP8266 tipe ESP-12 (Nurul Hidayati Lusita Dewi, 2019).

3.7 Sensor Warna TCS3200

TCS3200 merupakan *converter* yang diprogram untuk mengubah intensitas cahaya warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi silikon photodiode dan *converter* arus ke frekuensi dalam IC CMOS *monolithic* yang tunggal. Keluaran dari sensor ini

adalah gelombang kotak (*duty cycle* 50%) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (*irradiance*) (Athifa & Rachmat, 2019).

Dalam mengkonversi cahaya ke frekuensi, sensor TCS3200 membaca nilai *array* photodiode berukuran 8x8. Enam belas *photodiode* memiliki filter warna biru, enam belas *photodiode* memiliki filter warna hijau, enam belas *photodiode* memiliki filter warna merah, dan enam belas sisanya tanpa filter (*clear*). Cara kerja sensor warna TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh LED *super bright* terhadap objek. Matrik 8x8 photodiode membaca nilai intensitas cahaya yang ada (Maulana dkk., 2020).

3.8 Sensor Kelembaban YL-69

Soil Moisture tipe YL-69 memiliki modul IC LM393 didalamnya, modul tersebut berfungsi untuk membandingkan offset rendah yang lebih rendah dari 5mV, yang sangat stabil dan presisi (Putri, 2018). Sensitivitas pendeteksian dapat diatur dengan memutar potensiometer yang terpasang dalam modu pemroses. Untuk pendeteksian secara presisi menggunakan *microcontroller*, dapat menggunakan keluaran analog (sambung dengan pin ADC atau analog *input* pada *microcontroller*) yang akan memberikan nilai kelembaban pada skala 0V (relatif terhadap GND) hingga VCC (tegangan catu daya). Modul ini dapat menggunakan catu daya antara 3,3 volt hingga 5 volt sehingga fleksibel untuk digunakan dalam berbagai macam *microcontroller* (Sari dkk., 2018).

3.9 LCD 20 x 4

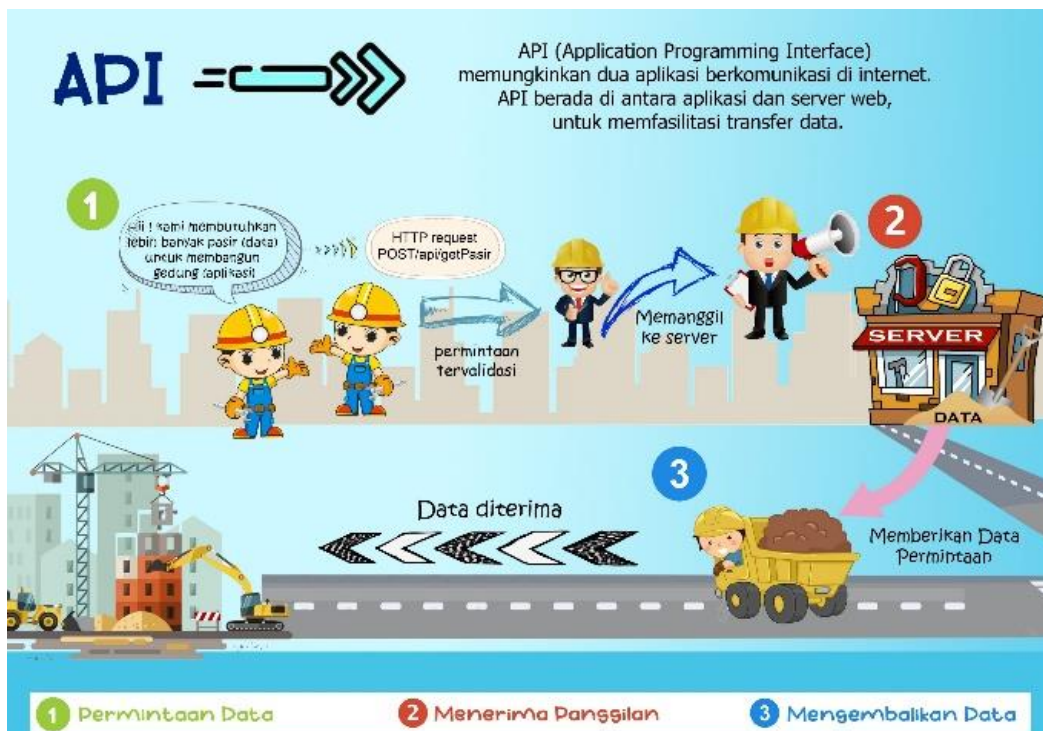
LCD merupakan perangkat yang berfungsi sebagai media penampil sebuah karakter dengan memanfaatkan cairan kristal. Pada arduino untuk mengendalikan LCD karakter dengan ukuran 16x2 (16 Karakter dan 2 Baris) menggunakan library *default* yang sudah ada yaitu *LiquidCrystal*. Selain LCD dengan ukuran 16x2 yang paling sering digunakan, LCD juga memiliki beberapa macam ukuran lain yaitu 8x1, 16x1, 16x2, 16x4, 20x4 (Mubarroq & Hendriyawan A, 2019).

3.10 Push Button

Merupakan komponen yang berfungsi untuk mengontrol aliran listrik dalam suatu rangkaian menjadi kondisi ON dan OFF. Push button bekerja ketika tombol ditekan, namun sesaat setelah tekanan dilepaskan maka tombol akan kembali pada posisi semula (Riski, 2019).

3.11 API dengan Bahasa Pemrograman Python

API sendiri adalah program yang menjembatani dua aplikasi untuk saling berkomunikasi (*interface*). API memudahkan koneksi untuk beberapa sistem yang memiliki arsitektur berbeda. Aplikasi ini biasanya berjalan di *web server*, yang berfungsi untuk memberikan layanan terhadap permintaan dari *client* seperti pada gambar 3 (Swedia ER, Risma R, dkk., 2022).



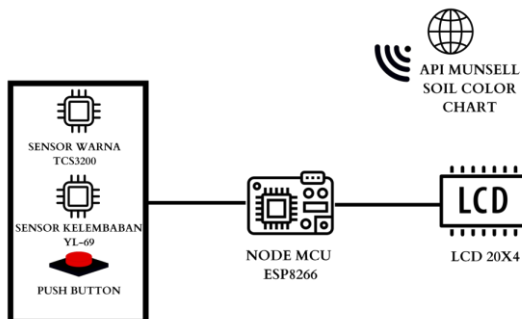
Gambar 3. API di Web Server

Layanan yang diberikan dapat berupa *file* html, dapat juga berupa data. Data yang diminta biasanya berupa JSON, *image* atau *video*. *Web Server* yang cukup terkenal adalah IIS (*Internet Information Services*) dari perusahaan *Microsoft* dan *Apache* dari The Apache Software Foundation *Windows Server* (Swedia ER, Fitriani RR, dkk., 2022).

Python merupakan bahasa pemrograman yang menyediakan algoritma dan *library* yang dapat digunakan untuk membuat model *machine learning* baik *supervised learning* ataupun *unsupervised learning*. Contoh *library* pada Python yang dapat digunakan untuk *machine learning* adalah NumPy, Pandas, Matplotlib, dan Sklearn (Scikit Learn). Selain memiliki *library* yang dapat digunakan untuk *machine learning*, Python juga merupakan bahasa pemrograman yang sederhana jika dibandingkan dengan bahasa pemrograman lainnya seperti Java, C, C#, ataupun C++. Bahasa pemrograman Python ini juga dapat dijalankan di berbagai macam platform sistem operasi seperti Windows, Linux, dan Apple OS (Retnoningsih & Pramudita, 2020).

3.12 Analisis Sistem Secara Umum

Sistem Identifikasi Warna Tanah ini dapat mendeteksi berbagai jenis tanah dan mengklasifikasikan tanah tersebut termasuk ke dalam jenis tanah apa berdasarkan dominasi warna. Pendeteksian warna tanah menggunakan sensor warna TCS 3200, sensor yang bekerja dengan cara mengubah intensitas cahaya warna menjadi frekuensi. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (*duty cycle* 50%) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (*irradiance*). Sensor TCS3200 dapat membaca nilai *array photodiode* yang berukuran 8 x 8. Sensor TCS3200 memiliki 64 *photodiode* yang masing-masing memiliki 16 *filter* warna merah, 16 filter warna hijau, 16 filter warna biru serta sisanya tanpa *filter* (*clear*). Keluaran dari sensor ini adalah nilai RGB, maka untuk dapat mengetahui warna tanah yang diuji termasuk pada jenis tanah apa, nilai RGB tersebut harus dikonversi terlebih dahulu ke ruang warna *munsell* atau yang umum diketahui ruang warna HVC (*hue*, *value* dan *chroma*) seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Rancangan Alat Perangkat Keras

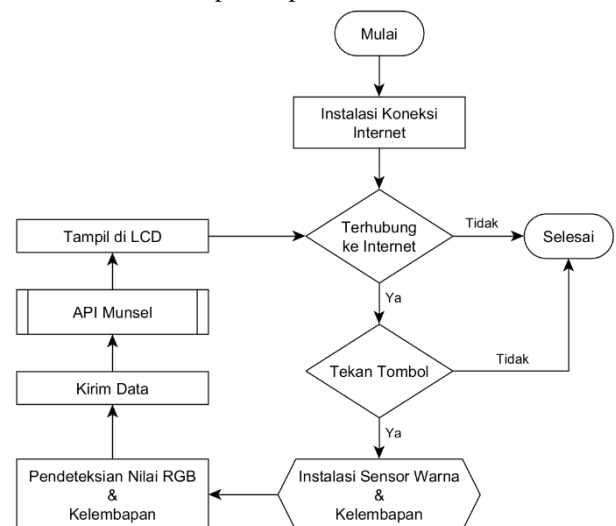
Sistem Identifikasi Warna Tanah memerlukan bantuan sensor YL-69 untuk mengetahui kadar air yang

terkandung dalam tanah, karena tanah dengan kandungan air yang tinggi cenderung memiliki warna yang lebih gelap dibanding tanah yang memiliki sedikit kandungan air di dalamnya. Sensor kelembaban akan ditanamkan ke dalam tanah secara langsung. Penggunaan sensor YL-69 ini memerlukan sebuah modul untuk membantu proses komunikasi sensor dengan *microcontroller* NodeMcu ESP8266.

Untuk dapat mengetahui nilai RGB tanah, sensor TCS3200 perlu diletakan langsung mendekati tanah. Semakin dekat *photodiode* sensor maka, hasil yang didapat cenderung lebih akurat. Nilai warna RGB dan kelembaban tanah kemudian akan dikirimkan NodeMCU ESP8266 pada sebuah web yang telah terisi program untuk dapat mengkonversi nilai RGB menjadi nilai HVC ruang warna *Munsell*. Selanjutnya hasil konversi tersebut dapat dilihat pada monitor LCD 20x4.

3.13 Analisa Diagram Alur

Alur yang terdapat pada gambar 5 menunjukkan alur dari sistem secara program, alat dimulai ketika terhubung dengan catu daya, ketika alat telah terhubung dengan arus listrik, maka NodeMCU ESP8266 akan mencoba menghubungkan dengan jaringan internet yang tersedia. Selanjutnya untuk dapat mengambil nilai RGB tanah tinggal menekan tombol push button satu kali, jika alat telah terhubung dengan jaringan internet maka nilai RGB dan nilai kelembaban yang diperoleh akan dikirim menuju website API Munsell, nilai RGB yang terkirim akan di konversi menjadi nilai HVC *Munsell Soil Color Chart* agar dapat diklasifikasikan sampel tersebut termasuk ke dalam warna tanah apa. Setelah nilai HVC Munsell dan jenis warna tanah diperoleh, maka informasi tersebut akan ditampilkan pada LCD 2004.



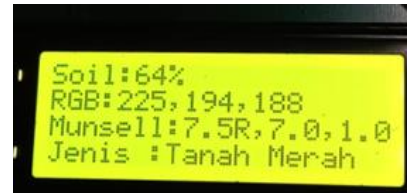
Gambar 5. Diagram Alur

Berikut ini adalah penjelasan dari alur sistem:

1. Sistem terhubung ke jaringan internet, jika tidak terhubung sistem dianggap selesai.

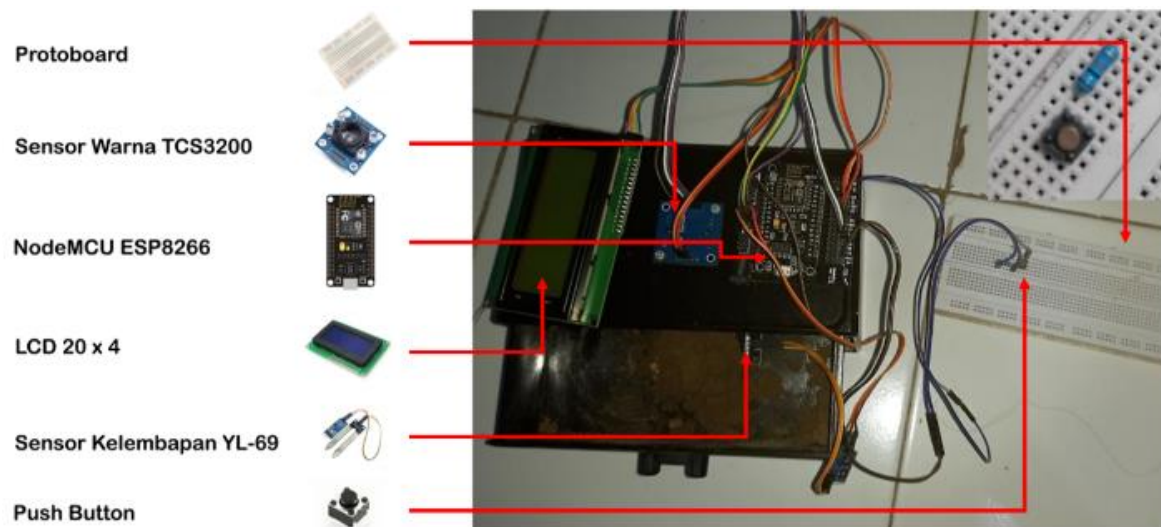
2. Jika terhubung ke internet maka dilanjutkan dengan menekan tombol, bertujuan untuk melanjutkan langkah selanjutnya.
3. Instalasi sensor warna dan sensor kelembaban bertujuan untuk menangkap nilai warna dari tanah tersebut, dan mendapatkan nilai kelembaban dari sensor kelembaban.
4. Sensor warna ini mengambil nilai RGB pada tanah dan sensor kelembaban mengambil nilai kelembaban.
5. Pada proses kirim data, yang diambil hanya nilai RGB, di mana akan di proses untuk mengkonversi nilai RGB menjadi nilai HSV (hanya nilai *hue* yang diambil), dengan ketentuan sebagai berikut:
 - 1) Jika nilai *hue* kurang dari sama dengan 2.5 maka nilai munsel adalah "5R"
 - 2) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 2.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 5 maka nilai munsel adalah "7.5R"
 - 3) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 7.5 maka nilai munsel adalah "10R"
 - 4) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 7.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 10 maka nilai munsel adalah "2.5YR"
 - 5) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 10 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 12.5 maka nilai munsel adalah "5YR"
 - 6) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 12.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 15 maka nilai munsel adalah "7.5YR"
 - 7) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 15 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 17.5 maka nilai munsel adalah "10YR"
 - 8) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 17.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 20 maka nilai munsel adalah "2.5Y"
 - 9) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 20 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 22.5 maka nilai munsel adalah "5Y"
 - 10) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 22.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 25 maka nilai munsel adalah "7.5Y"
 - 11) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 25 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 27.5 maka nilai munsel adalah "10Y"
 - 12) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 27.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 30 maka nilai munsel adalah "2.5GY"
 - 13) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 30 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 32.5 maka nilai munsel adalah "5GY"
 - 14) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 32.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 35 maka nilai munsel adalah "7.5GY"
 - 15) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 35 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 37.5 maka nilai munsel adalah "10GY"
 - 16) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 37.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 40 maka nilai munsel adalah "2.5G"
 - 17) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 40 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 42.5 maka nilai munsel adalah "5G"
 - 18) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 42.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 45 maka nilai munsel adalah "7.5G"
 - 19) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 45 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 47.5 maka nilai munsel adalah "10G"
 - 20) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 47.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 50 maka nilai munsel adalah "2.5BG"
 - 21) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 50 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 52.5 maka nilai munsel adalah "5BG"
 - 22) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 52.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 55 maka nilai munsel adalah "7.5BG"
 - 23) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 55 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 57.5 maka nilai munsel adalah "10BG"
 - 24) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 57.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 60 maka nilai munsel adalah "2.5B"
 - 25) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 60 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 62.5 maka nilai munsel adalah "5B"
 - 26) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 62.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 65 maka nilai munsel adalah "7.5B"
 - 27) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 65 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 67.5 maka nilai munsel adalah "10B"
 - 28) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 67.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 70 maka nilai munsel adalah "2.5PB"
 - 29) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 70 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 72.5 maka nilai munsel adalah "5PB"
 - 30) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 72.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 75 maka nilai munsel adalah "7.5PB"
 - 31) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 75 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 77.5 maka nilai munsel adalah "10PB"
 - 32) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 77.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 80 maka nilai munsel adalah "2.5P"
 - 33) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 80 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 82.5 maka nilai munsel adalah "5P"
 - 34) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 82.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 85 maka nilai munsel adalah "7.5P"

- 35) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 85 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 87.5 maka nilai munsel adalah "10P"
 - 36) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 87.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 90 maka nilai munsel adalah "2.5BP"
 - 37) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 90 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 92.5 maka nilai munsel adalah "5RP"
 - 38) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 92.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 95 maka nilai munsel adalah "7.5RP"
 - 39) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 95 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 97.5 maka nilai munsel adalah "10RP"
 - 40) Jika nilai *hue* lebih dari sama dengan 97.5 dan nilai *hue* kurang dari sama dengan 100 maka nilai munsel adalah "2.5R"
6. Selanjutnya menentukan warna tanah tersebut melalui nilai RGB yang telah dikonversi menjadi HSV, dimana :
- 1) Jika munsel "2.5R" atau munsel "7.5R" atau munsel "10R" termasuk ke dalam "Jenis Tanah Merah"
 - 2) Jika munsel "2.5YR" atau munsel "5YR" atau munsel "7.5YR" termasuk ke dalam "Jenis Tanah Coklat"
 - 3) Jika munsel "5Y" atau munsel "10Y" atau munsel "5GY" termasuk ke dalam "Jenis Tanah Kelabu"
 - 4) Jika tidak terdapat dalam keterangan munsel di atas dianggap sebagai "Bukan Munsell Tanah".
7. Bagian akhir adalah menampilkan ke layar LCD 20 x 4 dengan keterangan HSV, Munsell, Kelembaban dan Jenis. Gambar 6 merupakan sebuah implementasi.



Gambar 6. Tampilan LCD

Berikut ini adalah rancangan dari pembuatan alat tersebut, ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Perancangan Alat

3.14 Pengujian Alat

Pengujian alat yang dilakukan dari alat "Sistem Identifikasi Warna Tanah Menggunakan Sensor Warna Tcs3200 dan Sensor Kelembaban YI-69" dengan metode Histogram dan Ekstraksi Ciri *K-Nearest Neighbor*.

Maka didapatkan hasil yang dapat diamati bahwa sistem dalam kondisi berjalan dengan baik dan sesuai dengan alur rancangan program yang telah dibuat selanjutnya dilakukan pengujian pada masing-masing sampel tanah. Pengujian alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa sistem rangkaian dapat bekerja dengan baik. Prosedur pengujian alat dilakukan dengan

beberapa tahap menggunakan tiga jenis tanah yang berbeda. Pengujian tersebut akan dilakukan dalam dua kondisi tanah yaitu ketika basah dan kering. Pengujian pertama dilakukan uji coba pada 3 sampel tanah dengan kondisi tanah kering dengan sensor warna yang langsung menempel pada tanah.



Tabel 1. Hasil Uji Coba 1

No	Sampel	RGB	HSV	K	Warna
1.	Tanah 1	53,48,0	7.5R,1.0,8.0	0%	Tanah Merah
2.	Tanah 1	93,41,0	10R,2.0,8.0	0%	Tanah Merah
3.	Tanah 1	96,42,1	10R,2.0,8.0	0%	Tanah Merah
4.	Tanah 1	53,48,0	7.5R,1.0,8.0	0%	Tanah Merah
5.	Tanah 1	93,40,0	10R,2.0,8.0	0%	Tanah Merah
6.	Tanah 1	93,38,0	10R,2.0,8.0	0%	Tanah Merah
7.	Tanah 1	92,42,2	10R,2.0,7.0	0%	Tanah Merah
8.	Tanah 1	94,40,0	10R,2.0,8.0	0%	Tanah Merah
9.	Tanah 1	92,41,3	10R,2.0,7.0	0%	Tanah Merah
10.	Tanah 1	93,43,3	10R,2.0,7.0	0%	Tanah Merah
11.	Tanah 2	181,150,116	2.5YR,5.0,2.0	0%	Tanah Coklat
12.	Tanah 2	180,150,121	2.5YR,5.0,2.0	0%	Tanah Coklat
13.	Tanah 2	187,151,126	10R,5.0,2.0	0%	Tanah Merah
14.	Tanah 2	180,150,117	2.5YR,5.0,2.0	0%	Tanah Coklat
15.	Tanah 2	193,148,121	10R,6.0,2.0	0%	Tanah Merah
16.	Tanah 2	180,148,121	2.5YR,5.0,2.0	0%	Tanah Coklat
17.	Tanah 2	180,150,121	2.5YR,5.0,2.0	0%	Tanah Coklat
18.	Tanah 2	181,151,121	2.5YR,5.0,2.0	0%	Tanah Coklat
19.	Tanah 2	180,150,118	2.5YR,5.0,2.0	0%	Tanah Coklat
20.	Tanah 2	192,14,120	10R,6.0,3.0	0%	Tanah Merah
21.	Tanah 3	225,194,188	7.5R,7.0,1.0	0%	Tanah Merah
22.	Tanah 3	215,198,197	5R,6.0,0.0	0%	Tanah Merah
23.	Tanah 3	215,208,196	5YR,6.0,0.0	0%	Tanah Coklat
24.	Tanah 3	227,201,199	5R,7.0,0.0	0%	Tanah Merah
25.	Tanah 3	218,199,199	5R,6.0,0.0	0%	Tanah Merah
26.	Tanah 3	218,201,199	5R,6.0,0.0	0%	Tanah Merah
27.	Tanah 3	218,203,201	5R,6.0,0.0	0%	Tanah Merah
28.	Tanah 3	219,217,204	7.5YR,6.0,0.0	0%	Tanah Coklat
29.	Tanah 3	220,205,205	5R,6.0,0.0	0%	Tanah Merah
30.	Tanah 3	237,205,204	5R,7.0,1.0	0%	Tanah Merah

Berdasarkan tabel 1 uji coba dilakukan sesuai dengan urutan sampel tanah dalam keadaan kering. Hasil nilai yang didapat pada tanah 1 memiliki nilai derajat Hue yang berbeda, di mana dari 10 kali percobaan terdapat 8 kali alat mendeteksi bahwa tanah memiliki derajat Hue 10R dengan Value dan Chroma yang cenderung konstan pada nilai Value 2.0 dan Chroma 7.0 - 8.0 sementara 2 data percobaan lainnya mendeteksi bahwa sampel tanah 1 memiliki nilai derajat Hue 7.5 R dengan Value 1.0 dan Chroma 0.8. Namun meskipun terdapat sedikit perbedaan nilai derajat Hue, Value dan Chroma pada 10 kali percobaan sampel Tanah 1 dapat diklasifikasikan sebagai Tanah dengan jenis warna Merah. Ini dikarenakan derajat Hue 7.5R berada diantara derajat Hue 5R dan 10R yang membedakan dari kedua nilai tersebut hanya kepekatan warna merah yang terkandung dalam tanah. Sehingga pada sampel tanah 1 memiliki tingkat keberhasilan 100% dalam mendeteksi warna tanah.

Sampel tanah 2, dari 10 kali percobaan terdapat 7 hasil yang menyatakan bahwa sampel tanah 2 termasuk dalam jenis tanah dengan warna dominan coklat, dengan Nilai derajat Hue 2.5YR (*Yellow-Red*) dan nilai Value yang konstan pada 0.5 juga nilai Chroma yang konstan pada nilai 2.0 sementara 3 hasil lainnya menyatakan bahwa sampel tanah 2 termasuk dalam jenis tanah dengan warna dominan merah dengan nilai derajat Hue 10R, Value 5.0 - 6.0 dan Chroma 2.0. Sehingga untuk pendeteksian jenis tanah 2 memiliki tingkat keberhasilan 70% dalam mendeteksi warna tanah.

Untuk sampel tanah 3, dari 10 kali percobaan terdapat 8 hasil yang menyatakan bahwa sampel tanah 3 termasuk dalam jenis tanah dengan warna dominan merah, dengan nilai derajat Hue yang paling banyak muncul adalah 5R, Value 6.0 dan Chroma 0.0. Namun terdapat 2 hasil yang menyatakan bahwa sampel tanah 3 memiliki nilai Hue 5 dan 7.5 YR dengan Value 6.0 dan Chroma 0.0 yang menjadikan sampel tanah 3 termasuk

dalam jenis tanah dengan warna dominan coklat. Tingkat keberhasilan untuk warna tanah ke 3 sebesar 80%.

Pengujian kedua dilakukan uji coba pada 3 jenis tanah yang sama seperti pengujian pertama, namun pada pengujian kedua kondisi tanah dalam keadaan basah. Pengujian ini dilakukan karena tanah dalam keadaan

basah memiliki warna yang berbeda dengan tanah dalam kondisi kering. Di mana tanah dengan kondisi basah cenderung berwarna lebih pekat dibanding tanah dalam kondisi kering. Uji coba ini dilakukan 10 kali pengambilan data pada setiap sampel.

Tabel 2. Hasil Uji Coba 2

No	Sampel	RGB	HSV	K	Warna
1.	Tanah 1	159,113,111	5R,4.0,2.0	69%	Tanah Merah
2.	Tanah 1	167,110,114	2.5R,5.0,2.0	61%	Bukan Munsel Tanah
3.	Tanah 1	161,113,108	5R,5.0,2.0	58%	Tanah Merah
4.	Tanah 1	161,113,109	5R,5.0,2.0	63%	Tanah Merah
5.	Tanah 1	159,113,111	5R,4.0,2.0	56%	Tanah Merah
6.	Tanah 1	161,113,109	5R,5.0,2.0	53%	Tanah Merah
7.	Tanah 1	164,110,107	5R,5.0,2.0	72%	Tanah Merah
8.	Tanah 1	158,108,108	5R,4.0,2.0	66%	Tanah Merah
9.	Tanah 1	158,109,107	5R,4.0,2.0	60%	Tanah Merah
10.	Tanah 1	164,110,107	5R,5.0,2.0	62%	Tanah Merah
11.	Tanah 2	234,223,219	7.5R,7.0,0.0	65%	Tanah Merah
12.	Tanah 2	234,223,219	7.5R,7.0,0.0	64%	Tanah Merah
13.	Tanah 2	235,237,221	2.5Y,7.0,0.0	64%	Tanah Coklat
14.	Tanah 2	234,232,219	7.5YR,7.0,0.0	63%	Tanah Coklat
15.	Tanah 2	234,223,219	7.5R,7.0,0.0	63%	Tanah Merah
16.	Tanah 2	234,223,221	7.5R,7.0,0.0	63%	Tanah Merah
17.	Tanah 2	235,223,221	5R,7.0,0.0	63%	Tanah Merah
18.	Tanah 2	234,223,232	10P,7.0,0.0	62%	Bukan Munsel Tanah
19.	Tanah 2	234,223,219	7.5R,7.0,0.0	62%	Tanah Merah
21.	Tanah 3	214,181,172	7.5R,6.0,1.0	62%	Tanah Merah
22.	Tanah 3	205,178,171	7.5R,6.0,1.0	62%	Tanah Merah
23.	Tanah 3	225,178,172	5R,7.0,1.0	61%	Tanah Merah
24.	Tanah 3	205,179,174	7.5R,6.0,1.0	61%	Tanah Merah
25.	Tanah 3	221,179,171	7.5R,6.0,1.0	61%	Tanah Merah
26.	Tanah 3	206,178,172	7.5R,6.0,1.0	60%	Tanah Merah
27.	Tanah 3	205,178,174	5R,6.0,1.0	60%	Tanah Merah
28.	Tanah 3	224,178,172	5R,7.0,1.0	60%	Tanah Merah
29.	Tanah 3	206,178,174	5R,6.0,1.0	59%	Tanah Merah
30.	Tanah 3	206,178,174	5R,6.0,1.0	65%	Tanah Merah

Berdasarkan tabel 2 uji coba kedua dengan 3 sampel tanah yang sama namun dalam kondisi tanah basah. Pada sampel tanah 1 dilakukan uji coba sebanyak 10 kali dengan rata-rata nilai kelembaban tanah 62% didapatkan hasil bahwa hanya terdapat 1 perbedaan hasil dimana sampel tanah 1 dinyatakan tidak termasuk pada klasifikasi warna dominan tanah dikarenakan memiliki nilai derajat *Hue* 2.5R dengan *Value* 5.0 dan *Chroma* 2.0. Sementara 9 hasil percobaan lainnya menyatakan bawah sampel tanah 1 termasuk ke dalam jenis tanah warna merah dengan nilai derajat *Hue* 5R dan nilai *Value* 4.0 - 5.0 dan nilai *Chroma* 2.0. Pada sampel tanah 1 dalam kondisi basah memiliki keberhasilan pendeteksian warna tanah sebesar 90%.

Uji coba terhadap sampel tanah 2 yang dilakukan sebanyak 10 kali terdapat cukup banyak perbedaan hasil, dengan rata-rata nilai kelembaban 63% hasil yang di dapat kurang konstan karena terdapat 7 hasil yang menyatakan bahwa sampel tanah 2 termasuk dalam jenis tanah dengan warna dominan merah, dengan nilai derajat *Hue* 5R - 7.5 R, *Value* 7.0 dan *Chroma* 0.0. Sementara 2 hasil uji coba dengan *Hue* 2.5 Y dan 7.5 YR, dengan nilai *value* dan *chroma* yang sama pada derajat 7.0 dan 0.0 mengklasifikasikan sampel tanah 2 merupakan jenis tanah dengan dominan berwarna coklat. Satu hasil uji coba menyatakan bahwa sampel tanah 2 tidak termasuk dalam jenis warna tanah, hal ini dikarenakan alat mendeteksi sampel tanah 2 memiliki nilai derajat *Hue* 10P dan *Value* 7.0 dengan *Chroma* 0.0. Sehingga untuk

pendeteksian jenis tanah 2 memiliki tingkat keberhasilan 70% dalam mendeteksi warna tanah.

Pada sampel tanah 3 dengan uji coba sebanyak 10 kali dengan rata-rata nilai kelembaban 61% terdapat 5 hasil yang menyatakan bahwa sampel tanah 3 memiliki nilai derajat *Hue* 7.5R dengan *Value* 6.0 dan *Chroma* 1.0. Sementara 5 lainnya memiliki nilai derajat *Hue* 5R dengan *Value* 6.0 - 7.0 dan *Chroma* 1.0. Walaupun derajat *Hue* yang dimiliki berbeda, namun dari 10 kali uji coba ini didapatkan hasil bahwa sampel tanah 2 merupakan jenis tanah dengan warna dominan merah. Tingkat keberhasilan untuk pendeteksian warna tanah ke 3 sebesar 50%.

4. PEMBAHASAN

Pada bagian ini merupakan pembahasan implementasi dan hasil pengujian keseluruhan pada penelitian.

4.1 Hasil Uji Coba Keseluruhan

Setelah dilakukan uji coba untuk 3 sampel tanah kering masing-masing sebanyak 10 kali percobaan sehingga total percobaan 30 kali didapatkan hasil seperti pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Hasil Keseluruhan Tanah Kering

No.	Sampel Tanah	Kondisi Tanah	Persentase Keberhasilan Deteksi Warna Tanah	Kelembaban
1.	Tanah 1	Kering	100%	0%
2.	Tanah 2	Kering	70%	0%
3.	Tanah 3	Kering	80%	0%

Hasil uji coba pertama dengan kondisi tanah kering, untuk tanah satu sebesar 100%, tanah kedua sebesar 70% dan tanah ketiga sebesar 80%. Maka disimpulkan bahwa nilai yang dibaca sudah cukup stabil dengan tingkat kesamaan 83% dalam 30 kali percobaan.

Tabel 4. Hasil Keseluruhan Tanah Basah

No.	Sampel Tanah	Kondisi Tanah	Persentase Keberhasilan Deteksi Warna Tanah	Kelembaban
1.	Tanah 1	Basah	90%	62%
2.	Tanah 2	Basah	70%	63%
3.	Tanah 3	Basah	50%	61%

Dari uji coba tiga sampel tanah dalam kondisi basah didapatkan hasil yang cukup beragam, dengan tingkat keberhasilan tanah 1 90%, sampel tanah 2 70% dan sampel tanah 3 50%. Maka dapat disimpulkan persentase keberhasilan deteksi warna tanah pada kondisi basah 70%. Hal ini dapat disebabkan oleh penyebaran air pada tanah yang tidak merata sehingga hasil yang di dapat berbeda-beda memberikan dan berpengaruh cukup besar pada cara kerja sensor warna.

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan pada 3 jenis sampel tanah dengan dua kondisi tanah (basah/kering) dapat disimpulkan bahwa nilai yang dibaca oleh alat menggunakan teknik pembacaan sensor dengan hasil yang diperoleh cukup konstan dan cukup akurat.

Namun terdapat hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan alat ini adalah jaringan internet, karena koneksi yang buruk akan mengakibatkan nilai data sensor tidak terkirim ke website *converter* yang ada. Dan LCD hanya akan menampilkan nilai RGB dan nilai kelembaban yang belum di konversi menjadi nilai HVC agar dapat diketahui jenis warna tanah.

5. KESIMPULAN

Sistem Cerdas Identifikasi Warna Tanah dapat melakukan pembacaan menggunakan teknologi sensor warna TCS3200 dan sensor kelembaban YL-69 yang serta memanfaatkan teknologi IoT dalam mengkonversi nilai RGB menjadi nilai HVC secara *realtime* dan menampilkannya pada LCD 20x4. Sistem ini telah berhasil menampilkan klasifikasi jenis tanah, dengan rangkaian uji coba yang telah dilakukan, yaitu pengujian 10 kali pada sampel tanah 1, sampel tanah 2 dan sampel tanah 3 dengan kondisi tanah kering tingkat keberhasilan 83%, pengujian 10 kali pada sampel tanah 1, sampel tanah 2 dan sampel tanah 3 pada kondisi tanah basah dengan tingkat keberhasilan 70%. Dalam penggunaan alat ini penempatan sensor warna dan posisi *probe photodiode* pada sensor warna sangat berpengaruh pada hasil dikarenakan sensitivitas yang terdapat pada *probe photodiode* sensor. Selain itu jaringan internet juga sangat berpengaruh karena tanpa jaringan internet alat hanya dapat menampilkan nilai kelembaban dan nilai RGB tanah yang belum terkonversi.

6. SARAN

Pada penelitian ini, alat telah dirancang secara fungsi dapat bekerja dengan cukup baik, tetapi alat ini masih memiliki kekurangan dari bentuk maket yang kurang efisien dan harus selalu terhubung dengan adaptor +12v bentuk maket yang laci menjadikan alat kurang efisien karena pengguna harus memasukkan dan mengeluarkan tanah pada laci yang ada. Maka dari itu perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut ada alat ini semakin lebih baik. Ada beberapa pengembangan pada alat ini seperti penggunaan metode *Deep Learning* menggunakan kamera, serta bentuk maket yang diubah menyerupai tongkat dengan baterai sebagai *activator* agar alat lebih mudah digunakan secara langsung di lapangan.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Athifa, S. F., & Rachmat, H. H. (2019). Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna RGB Sensor TCS3200 Berdasarkan Jarak dan Dimensi Objek. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 16(2), 105–120.
- Fahlevi, M. R., & Gunawan, H. (2021). Perancangan Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Internet of Things. *It (Informatic Technique) Journal*, 8(1), 23–29.
- Fitriyah, H., & Wihandika, R. C. (2021). *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. Universitas Brawijaya Press.
- Maulana, Q., Prihatini, E., Husni, N. L., Anisah, M., & others. (2020). Perancangan Kendali Sistem Navigasi Smart Trash Robot Berbasis Artificial Intelligence. *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*, 1(2), 71–82.
- Milotta, F. L. M., Tanasi, D., Stanco, F., Pasquale, S., Stella, G., & Gueli, A. M. (2018). Automatic Color Classification Via Munsell System for Archaeology. *Color Research & Application*, 43(6), 929–938.
- Mubarroq, R., & Hendriyawan A, M. S. (2019). *Rancang Bangun Sistem Kendali Otomatis Silo Dengan Metode Sortasi Berdasarkan Jenis Kemasan Produk Menggunakan HMI-PLC*. University of Technology Yogyakarta.
- Mukrin, M., Yusran, Y., & Toknok, B. (2019). Populasi Fungi dan Bakteri Tanah pada Lahan Agroforestri dan Kebun Campuran di Ngata Katuvua Dongi-Dongi Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah. *ForestSains*, 16(2), 77–84.
- Nurul Hidayati Lusita Dewi, N. H. L. D. (2019). *Prototype Smart Home dengan Modul NodeMCU ESP8266 berbasis Internet of Things (IoT)*. UNIVERSITAS ISLAM MAJAPAHIT MOJOKERTO.
- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187–197.
- Priandana, K., Sukarman, S., & others. (2014). Mobile munsell soil color chart berbasis android menggunakan histogram ruang citra HVC dengan klasifikasi KNN. *Jurnal Ilmu Komputer dan AgroInformatika*, 3(2), 245421.
- Putri, A. R. (2018). *Model Otomatisasi Alat Penyiram Berbasis Microcontroller Arduino Uno Dan Sensor Kelembaban Tanah Yl-69 Pada Tanaman Bayam (Amaranthus Tricolor L.)*. Universitas Brawijaya.
- Rahmayuni, E., Ismiani, S., Muslimah, D. H., Wilujeng, E. D. I., & Riizqulloh, M. N. (2018). Karakterisasi dan Viabilitas Inokulasi Bakteri Pelarut P dalam Bahan Pembawa Kompos dan Zeolit. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 3(1), 31–38.
- Retnoningsih, E., & Pramudita, R. (2020). Mengenal Machine Learning Dengan Teknik Supervised dan Unsupervised Learning Menggunakan Python. *Bina Insani Ict Journal*, 7(2), 156–165.
- Riski, M. D. (2019). Rancang Alat Lampu Otomatis Di Cargo Compartment Pesawat Berbasis Arduino Menggunakan Push Button Switch Sebagai Pembelajaran Di Politeknik Penerbangan Surabaya. *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 3(2).
- Robbani, I. H., Trisnawati, E., Noviyanti, R., Rivaldi, A., Cahyani, F. P., & Utaminingrum, F. (2016). Aplikasi Mobile Scotect: Aplikasi Deteksi Warna Tanah dengan Teknologi Citra Digital pada Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(1), 19–26.
- Rudi, R., & Avianto, D. (2019). Implementasi Ekstraksi Ciri Histogram dan K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Jenis Tanah di Kota Banjar, Jawa Barat. *Jurnal Buana Informatika*, 10(2), 85–98.
- Rudiono, R. (2019). *Klasifikasi Jenis Tanah Berbasis Website Menggunakan Ekstraksi Ciri Histogram dan Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN)*. University of Technology Yogyakarta.
- Sari, M. I., Handayani, R., Siregar, S., & Isnu, B. (2018). Pemilahan Benda Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Warna TCS3200. *TELKA-Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, 4(2), 85–90.
- Steven, S., & Christianto, K. (2021). Aplikasi AturKost Berbasis Web Untuk Pengelola dan Penghuni Kost (Studi Kasus: Kost Jura). *JBASE-Journal of Business and Audit Information Systems*, 4(2).
- Swedia, E. R., & Cahyanti, M. (2010). Algoritma Transformasi Ruang Warna. *Depok Univ. Gunadarma*.
- Swedia ER, Fitriani RR, Cahyanti M, Ernastuti, & Septian MRD. (2022). *Feed Forward Neural Network untuk Prediksi Data mplementasi dengan Python dan Flask API pada Sistem Operasi Windows (Vol. 978-623-351-612-9)*. PT. Nas Media Indonesia.
- Utomo, I. M., & others. (2016). *Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan*. Kencana.
- Widharma, I. G. S. (2017). Perancangan Simulasi Sistem Pendaftaran Kursus Berbasis Web dengan Metode SDLC. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 7(2), 38–41.