

Sistem Pendeteksi Kandungan Nutrisi dalam Tanah Berdasarkan Warna dan Kelembapan dengan Menggunakan Metode *Naive Bayes*

Khairul Anwar¹, Dahnil Syaury², Hurriyatul Fitriyah³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹khairulanwarr@hotmail.com, ²dahnial87@ub.ac.id, ³hfitriyah@ub.ac.id

Abstrak

Kandungan nutrisi tanah memegang peranan penting dalam sektor pertanian. Banyak petani yang hanya memanfaatkan informasi seadanya saat menentukan tanah yang akan dijadikan sebagai lahan pertanian. Sehingga banyak petani mengalami gagal panen serta kerugian yang disebabkan salah mengolah tanah. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibuat sistem yang dapat mendeteksi kandungan nutrisi dalam tanah yang akan digunakan petani untuk mengklasifikasikan kandungan nutrisi tanah. Penelitian ini menggunakan parameter warna tanah yang didapatkan dengan menggunakan sensor warna TCS3200, sedangkan parameter kelembapan tanah didapatkan dengan menggunakan *Soil Moisture* sensor. Penentuan kandungan nutrisi berdasarkan 4 parameter yaitu nilai R, G, B dan nilai Kelembapan tanah masing-masing sensor nantinya akan diproses di mikrokontroler Arduino Uno menggunakan metode *Naive Bayes*. Penggunaan metode *Naive Bayes* mengacu pada pengambilan keputusan kandungan nutrisi tanah, diketahui bahwa metode *Naive Bayes* mempunyai akurasi yang baik dan dapat digunakan berdasarkan penggolongan kelas diawal proses. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada system dihasilkan *error* pembacaan sensor warna TCS3200 sebesar 13% dan *error* *Soil Moisture* sensor berdasarkan pembacaan dengan alat ukur kelembapan tanah sebesar 2,41%. Akurasi Metode *Naive Bayes* dalam melakukan klasifikasi kandungan nutrisi tanah sebesar 100% didapatkan dari 26 data latih dan 13 data uji. Waktu komputasi sistem diperoleh sebesar 0,0814 detik dengan 26 kali pengujian.

Kata kunci: nutrisi tanah, klasifikasi, *Naive Bayes*, *Soil Moisture*.

Abstract

The content of soil nutrition has its main role in the agricultural sector. farmers usually use their limited information when determining the land to be used as agricultural land. There are many farmers are experiencing the crop failure and got loss caused by mismanagement of the land. Based on these problems, a system that can detect the nutrient content in the soil which farmers will use to classify the nutrient content of the soil. This study used soil color as parameters that are obtained by using TCS3200 color sensor, while soil moisture parameters are obtained by using Soil Moisture sensor. Determination of nutritional content based on 4 parameters, there are value of R, G, B and soil moisture value of each sensor will be processed in Arduino Uno microcontroller using Naive Bayes method. The use of the Naive Bayes method refers to the decision of the nutrient content of the soil, it is known that the Naive Bayes method has a good accuracy and can be used based on class classification at the beginning of the process. Based on the test conducted on the system, it generates reading errors of the TCS3200 color sensor is 5.34% and Soil Moisture sensor error based on the reading with a humidity measuring instrument is 2.41%. Naive Bayes Method Accuracy in the classification of soil nutrition content is 100% that is obtained from 26 training datas and 13 test datas. The computing time of the system was 0.0814 seconds with 26 times test.

Keywords: soil nutrition, classification, *Naive Bayes*, *Soil Moisture*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara Agraria dengan luas wilayah pertanian sebesar 39.594.536,91 Ha pada tahun 2012 (Pertanian, 2017). Sebanyak 60% masyarakat Indonesia berprofesi dibidang pertanian. Penggunaan wilayah pertanian Indonesia terbagi menjadi pertanian sawah, perkebunan, perladangan, dan wilayah yang belum digunakan untuk bertani. Menurut luasnya lahan pertanian di Indonesia dan kondisi geografis, iklim, cuaca serta faktor lain yang menimbulkan kualitas lahan pertanian di Indonesia berbeda beda.

Kualitas lahan yang berbeda-beda menyebabkan petani tidak mengetahui secara pasti kualitas lahan pertaniannya. Pengolahan lahan pertanian yang kurang tepat mendorong semakin menurunnya kualitas suatu lahan. Penurunan kualitas suatu lahan dapat ditinjau dari interval pengolahan lahan, seringkali lahan diolah mengakibatkan tanah semakin subur dan terbuka dalam waktu yang lama sehingga mengakibatkan evapotranspirasi dan mengurangi daya pegang tanah terhadap air (Ariska. Netty Dwi, 2016). Tidak sedikit para petani yang mengalami kurang optimalnya hasil pertanian dikarenakan tidak tepat dalam mengolah lahan pertanian.

Pertumbuhan tanaman pada suatu lahan bergantung pada kualitas tanah yang digunakan pada lahan pertanian. Kualitas tanah pada suatu lahan dapat diketahui dengan cara yang paling mudah yaitu dengan mengamati warna tanah secara visual. Semakin gelap warna tanah maka semakin banyak pula nutrisi yang terkandung dalam tanah dengan kata lain warna gelap tanah sebagai indikasi tanah subur (Sumarno., 2009). (Njurumana, 2008) menambahkan bahwa semakin tinggi kandungan bahan organik suatu tanah, maka warna tanah akan semakin gelap. Banyaknya variasi warna tanah membuat kesulitan dalam menentukan warna serta kandungan nutrisi yang terkandung dalam tanah. Metode yang sudah ada yaitu membandingkan satu persatu warna tanah yang ada, metode tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama serta penentuan kesimpulan sangat ditentukan oleh kualitas cahaya dan penglihatan mata.

Kelembapan tanah merupakan salah satu faktor penentu kualitas lahan pertanian selain dari warna tanah. Kontribusi kelembapan tanah pada suatu lahan pertanian akan berpengaruh

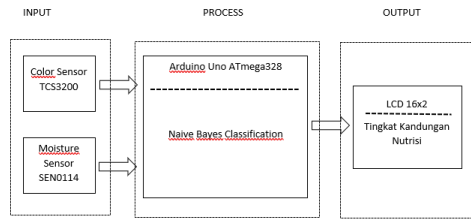
pada hasil pertanian yang diberikan. Kondisi kandungan kelembapan tanah perlu diperhatikan apakah sangat kering pada musim kemarau atau sangat basah pada musim hujan, sehingga nantinya keadaan tanah dapat digunakan untuk tingkat produktivitas yang optimal serta dapat mempertahankan komoditi produksi pangan. Kelembapan tanah merupakan salah satu faktor untuk mengetahui apakah suatu tanah itu subur atau tidak (Warudkar Gurudatta., 2016). Mengetahui perbedaan kelembapan tanah permukaan dapat membantu mengoptimalkan pengelolaan tanah dalam suatu penggunaan lahan, sehingga produktivitas dapat dipertahankan.

Berdasarkan uraian diatas tentang pentingnya mengetahui kandungan nutrisi tanah, maka dibuat sistem pendeteksi kandungan nutrisi dalam tanah dengan menggunakan metode klasifikasi yang tepat. *Naive Bayes* merupakan metode klasifikasi yang sangat efektif dan efisien dalam melakukan klasifikasi. Metode ini cukup baik untuk proses pengklasifikasian data untuk menghasilkan keputusan hasil penentuan kesuburan tanah, yaitu tanah subur atau tidak subur dengan menggunakan data *training* sebagai data latih (Utami, 2015). Kemudian data yang telah diambil dari sensor akan menjadi masukan *Naive Bayes* dan menghasilkan berapa klasifikasi kandungan nutrisi dalam tanah. Berlatarbelakang hal tersebut maka penulis bermaksud melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pendeteksi Kandungan Nutrisi dalam Tanah Berdasarkan Warna dan Kelembapan dengan Metode *Naive Bayes*”. Sehingga dengan adanya penelitian ini dapat mempermudah untuk mengolah tanah secara tepat.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bagian ini membahas tentang perancangan dan implementasi yang dilakukan untuk membuat sistem pendeteksi kandungan nutrisi tanah berdasarkan warna dan kelembapan dengan menggunakan metode *naive bayes*, perancangan dibagi menjadi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

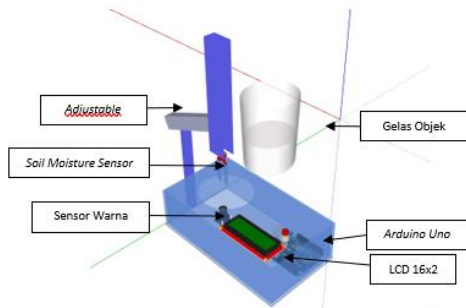
2.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Sistem yang akan dibuat direpresentasikan berupa blok diagram dari sistem yang akan dibuat. Terlihat dari Gambar 1 terdapat 3 (tiga) bagian utama yakni *Input*, *Process*, dan *Output*. Pada bagian *Input* terdapat 2 (dua) buah sensor yang berfungsi untuk membaca warna tanah dan tingkat kelembapan tanah. Bagian *Process* terdapat Arduino Uno yang berfungsi sebagai mikrokontroler pengolah data dari sensor untuk dilakukan klasifikasi menggunakan metode *Naive Bayes*, dan pada bagian *Output* akan menampilkan hasil klasifikasi kandungan nutrisi dalam tanah berupa kandungan nutrisi rendah, kandungan nutrisi sedang dan kandungan nutrisi tinggi melalui LCD 16x2.

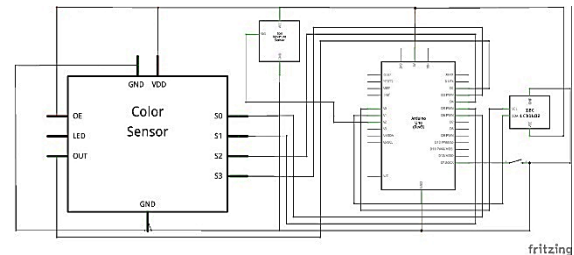
2.2 Perancangan Sistem



Gambar 2 Desain Prototype Alat

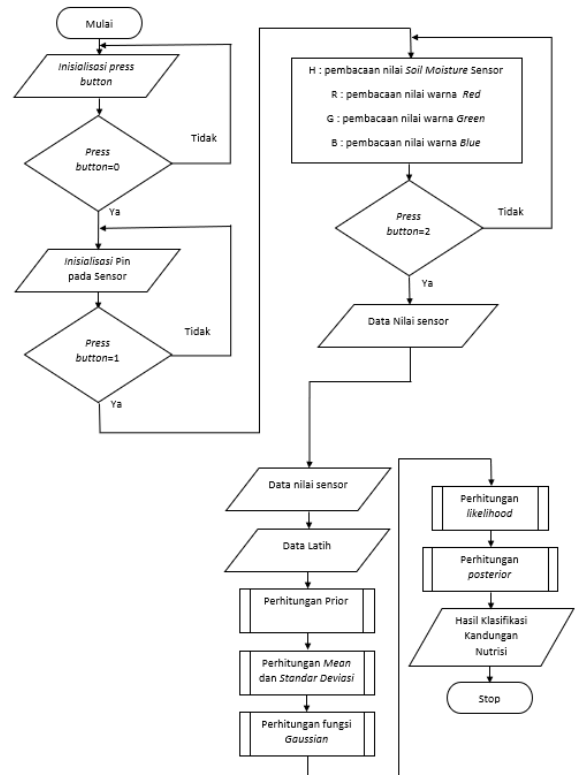
Langkah awal pembuatan *Prototype* alat dilakukan dengan membuat desain bentuk alat, peletakan komponen serta tempat-tempat komponen dan ukuran casing alat yang akan digunakan. *Soil Moisture Sensor* diletakkan di bawah tiang *adjustable* (naik turun) dikarenakan posisi sensor harus *fixed* dan tidak boleh berubah-ubah untuk menghindari *noise* pada saat pembacaan objek. Sensor warna TCS3200 diletakkan didalam kotak hitam untuk menghindari interferensi cahaya saat pembacaan nilai pada objek. Kotak hitam dibuat sedemikian rupa, untuk memudahkan saat pengukuran berlangsung dimana gelas kaca sebagai tempat objek yang akan dibaca. Arduino Uno diletakkan didalam kotak hitam

beserta dengan rangkaiannya. LCD 16x2 diletakkan diatas kotak hitam bertujuan memudahkan pengguna mengetahui hasil olahan sistem.



Gambar 3 Schematic Sistem

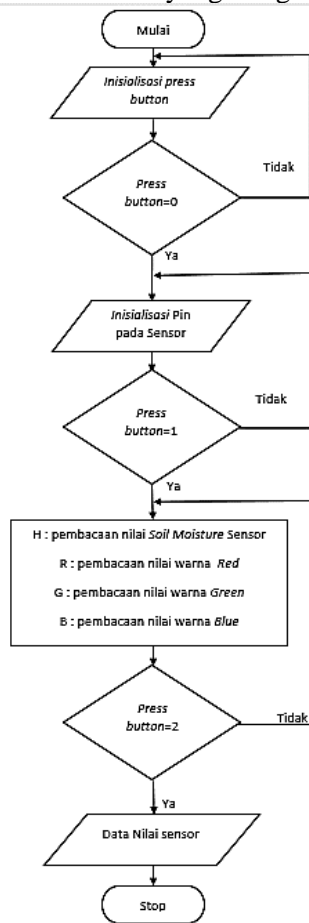
Perangkat keras dirancang sedemikian rupa, agar dapat menghasilkan sistem yang diinginkan. Perancangan perangkat keras terdiri dari mikrokontroler Arduino UNO, sensor warna TCS3200, *Soil Moisture sensor*, LCD 16x2 yang nantinya akan dirangkai menjadi sebuah sistem pendeteksi kandungan nutrisi dalam tanah. *Schematic* sistem terlihat pada Gambar 3.



Gambar 4 Flowchart Utama Sistem

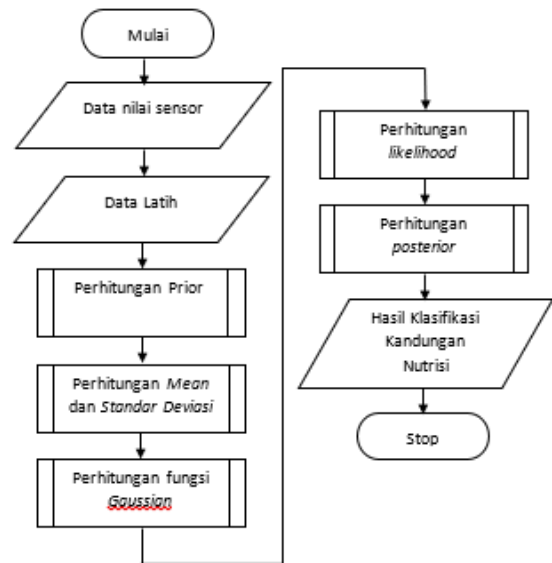
Gambar 4 menunjukkan *flowchart* utama perangkat lunak sistem pendeteksi kandungan nutrisi tanah. Perancangan perangkat lunak dibuat sedemikian rupa untuk memudahkan pengimplementasian dalam sisi perangkat lunak serta integrasi dengan perangkat keras supaya

dapat dihasilkan sistem yang diinginkan.



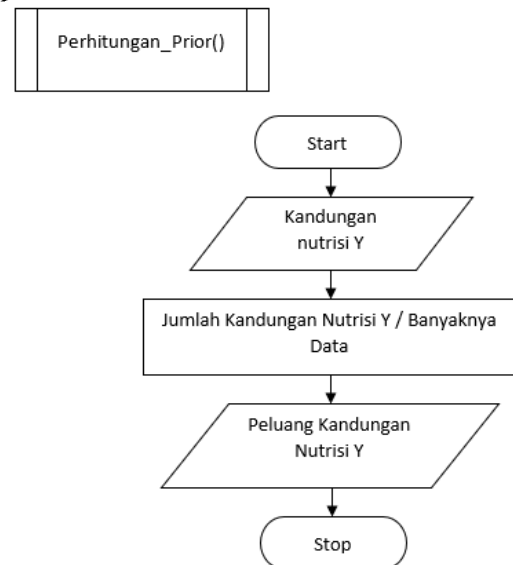
Gambar 5 Flowchart perancangan perangkat lunak akusisi data sensor

Gambar 5 merupakan perancangan perangkat lunak akusisi data sensor di buat untuk memudahkan nilai sensor atau data dari sensor tersebut diolah menggunakan metode klasifikasi *Naive Bayes*. Inisialisasi pin *push button* digunakan untuk tahap awal iterasi mikrokontroler, dikarenakan pembacaan mikrokontroler secara natural yaitu pembacaan secara terus menerus, maka digunakan *push button* agar pembacaan sensor dapat dikontrol. Kondisi *push button* =1, jika ya maka akan *inisialisasi* pin sensor dan akan mengambil nilai sensor. Kondisi *press button* = 2, jika ya maka nilai sensor akan diambil dan disimpan serta siap untuk siap diolah.



Gambar 6 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi *Naive Bayes*

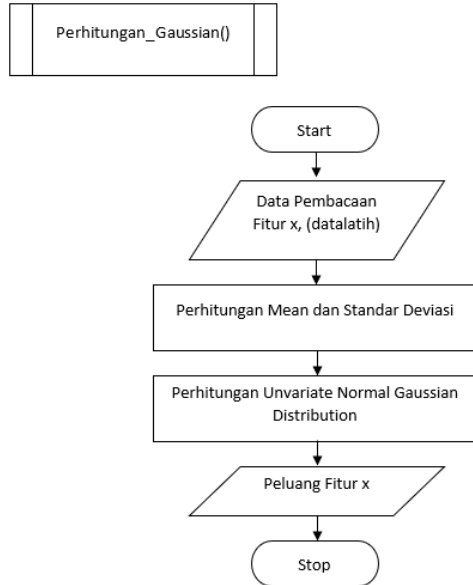
Data nilai sensor menjadi Inputan proses Klasifikasi. Fitur yang terdapat pada data nilai sensor dan nilai data latih akan mempengaruhi hasil klasifikasi sistem. Alur proses pengklasifikasian dimulai dari menentukan nilai dari perhitungan fungsi probabilitas posterior, setelah mendapatkan nilai dari perhitungan posterior, nilai perhitungan menjadi inputan perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan fungsi *gaussian*, dan yang terakhir menentukan hasil perhitungan fungsi probabilitas posterior dan menentukan peluang tertinggi dan didapatkan hasil penentuan kandungan nutrisi pada tanah.



Gambar 7 Flowchart perhitungan fungsi Probabilitas Prior

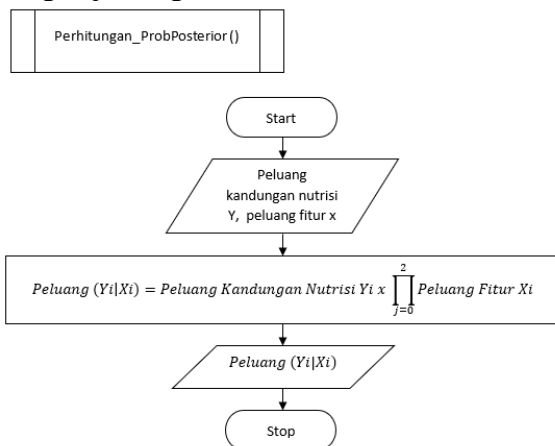
Gambar 7 menunjukkan proses untuk mendapatkan peluang pada masing-masing

kelas. Output dari proses ini adalah nilai peluang kelas terhadap data latih. Sistem membagi kelas menjadi 2 kelas yakni kandungan nutrisi tinggi dan kelas kandungan nutrisi rendah.



Gambar 8 Flowchart perhitungan fungsi Gaussian

Proses perhitungan kedua yakni proses perhitungan fungsi gaussian. Input dari proses gaussian salah satunya adalah mean dan standar deviasi. Output dari perhitungan fungsi gaussian ini adalah peluang atribut dalam satu kelas dan hasil peluang setiap atribut dikalikan dengan peluang atribut satu kelas itu sendiri.



Gambar 9 Flowchart perhitungan fungsi ProbPosterior.

Gambar 9 merupakan flowchart perhitungan fungsi probabilitas posterior fungsi ini menghasilkan nilai peluang paling berpotensi untuk menentukan kelas berdasarkan inputan dari tiap fitur.

2.3 Implementasi Sistem

Implementasi Sistem menjelaskan tentang merealisasikan sistem berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Penjelasan implementasi akan dibagi menjadi 3 bagian yaitu implementasi *Prototype*, implementasi perangkat keras dan implementasi *Hardware*.



Gambar 10 Implementasi Prototype

Gambar 11 menunjukkan hasil dari implementasi dari perancangan yang telah dibuat. Sensor warna diletakkan di bawah dan *Soil Moisture* sensor diletakkan di atas bertujuan untuk memudahkan membaca nilai RGB dan Kelembapan pada tanah



Gambar 11 Implementasi rangkaian sensor dengan PCB dan Mikrokontroler

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan dengan menguji sub-sistem yang terdiri dari serangkaian sensor serta menguji keseluruhan sistem, apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan perancangan.

3.1 Pengujian Sensor Warna TCS3200 dan Soil Moisture Sensor

Sensor warna TCS3200 merupakan sensor yang berfungsi membaca nilai RGB dari warna tanah yang dideteksi. Pengujian sensor dilakukan dengan melakukan pembacaan warna tanah dan membandingkan dengan nilai warna yang terbaca pada *Eyedropper tool* yang sebelumnya sudah di kalibrasi dengan citra kertas berwarna putih di Aplikasi *Adobe Photoshop CC 2017*, nilai RGB dari pembacaan sensor akan dikurangi dengan nilai RGB yang terbaca pada aplikasi dan didapat selisih nilai pembacaan serta error yang terjadi.

Tabel 1 Hasil Pembacaan Sensor TCS3200

Peng ujian ke-	Pembacaan Sensor			
	R	G	B	#HEX
1	65	69	61	41453D
2	80	73	67	504943
3	56	47	46	3A2F2E
4	40	37	38	282526
5	220	239	255	DCEFFF
6	191	205	255	BFCDFD
7	153	156	255	999CFF
8	209	207	225	D1CFE1

Tabel 2 Hasil Pembacaan Eyedropper tool Adobe Photoshop cc 2017

Peng ujian ke-	<i>Eyedropper tool</i> Corel PHOTO-PAINT			
	R	G	B	#HEX
1	117	75	35	3C3D2C
2	87	44	9	4A453F
3	109	71	26	2D2825
4	116	68	22	1F1E1A
5	89	31	11	E0DED1
6	125	93	44	B5B09C
7	120	81	24	ABA492
8	128	90	28	E4E0D4

Tabel 3 Hasil Error Pembacaan Sensor

Peng ujian ke-	Selisih Error		Persentase error
	#HEX	DEC	
1	3486758	790807	18%

2	4406329	855306	16%
3	2498335	1314831	34%
4	1578260	1052690	40%
5	14276043	203316	1%
6	11446166	1123945	9%
7	10787724	720525	7%
8	14538702	788461	6%
Rata-rata			13%

Tabel 1 sampai 3 merupakan hasil dari pengujian sensor warna yang menghasilkan rata-rata *error* sebesar 13% dan dapat dikatakan akurasi sensor cukup baik. Hal itu dibuktikan dengan selisih sensor yang bervariasi dan kecil jika menggunakan pengukuran *Adobe Photoshop CC 2017*. Hasil akurasi menunjukkan bahwa sensor warna TCS3200 dapat membaca warna tanah yang berbeda-beda.

3.2 Pengujian Soil Moisture Sensor





Tabel 4 Hasil Pengujian Soil Moisture Sensor dengan Soil Hogrometer

No.	Soil Higrrometer	Pembacaan Sensor	Selisih Error
1.	650	631	2,92%
2.	680	659	3,09%
3.	600	587	2,17%
4.	610	588	3,61%
5.	690	675	2,17%
6.	650	642	1,23%
7.	700	676	3,43%
8.	620	607	2,10%
9.	800	782	2,25%
10.	670	662	1,19%
Rata-rata			2,41%

Rata-rata *Error* yang dihasilkan sangat kecil, oleh karena itu akurasi *Soil Moisture* sensor terhadap alat ukur yang sudah ada dapat dikatakan baik. *Error* yang didapatkan pada saat pengujian adalah perbedaan skala pada alat ukur dan hasil keluaran analog *Soil Moisture* sensor berbeda. Alat ukur yang sudah ada berskala 0-10 sedangkan nilai keluaran analog *Soil Moisture* sensor adalah 0-1023 sehingga penulis melakukan penyamaan skala dengan mengalikan nilai alat yang sudah ada dengan bilangan 100 dan hasilnya tidak sedetail dengan nilai keluaran analog *Soil Moisture* sensor.

3.3 Pengujian Tampilan LCD

Tabel 5 Hasil Pengujian Tampilan LCD 16x2

No	Kondisi	Gambar	Keterangan
1	Kondisi Idle instruksi penekanan push button		Proses idle sistem ditandai dengan adanya tulisan "push button" pada LCD.
2	Kondisi setelah push button ditekan = 1		Jika user menekan push button, maka akan keluar nilai R,G,B dan H (Humidity) tanah.
3.	Kondisi Hasil Klasifikasi		Pendeteksian kandungan organik rendah
			Pendeteksian Kandungan organik tinggi

Tabel 5 menunjukkan bahwa LCD 16x2 bekerja sebagaimana mestinya dan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

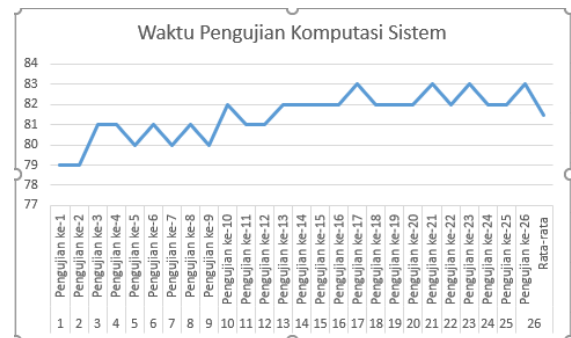
3.4 Pengujian Akurasi Metode Naive Bayes

Tabel 6 Hasil Klasifikasi Kandungan Nutrisi Tanah menggunakan Naive Bayes

Jumlah data uji	13
Jumlah data hasil klasifikasi sistem yang sesuai	13
Persentase akurasi	100%

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa akurasi yang dihasilkan sistem tergolong tinggi, dibuktikan dengan 13 kali pengujian dengan 13 sampel dan tidak ada kesalahan oleh sistem dalam mengklasifikasikan kandungan nutrisi tanah, atau dapat dikatakan kelas yang berdasarkan pakar hasilnya sesuai dengan kelas yang dihasilkan oleh sistem.

3.5 Pengujian Waktu Komputasi Sistem



Gambar 12 Hasil Waktu Komputasi Sistem

Gambar 12 menunjukkan bahwa waktu komputasi yang dihasilkan sistem dalam mengklasifikasikan kandungan nutrisi sangat cepat. Waktu komputasi yang tercatat yaitu hanya sebesar 81,46154 ms atau setara dengan 0,0814 detik.

4. KESIMPULAN

Sensor Warna TCS3200 yang ditempatkan di dalam kotak hitam dapat membaca nilai RGB tanah dengan rata-rata error sebesar 13%. Hal tersebut membuktikan bahwa sensor Warna Tanah TCS3200 bekerja dengan sebagaimana mestinya. Selanjutnya Soil Moisture Sensor FC-28 yang ditempatkan pada batang adjustable dapat membaca nilai kelembapan tanah dengan rata-rata eror sebesar 2,41%. Menunjukkan bahwa sensor kelembapan tanah bekerja sebagaimana mestinya.

Metode Naive Bayes cukup efektif dalam melakukan proses klasifikasi kandungan nutrisi tanah, terbukti dengan hasil pengujian akurasi sistem yang dapat melakukan klasifikasi berdasarkan kelas yang telah ditentukan oleh pakar, yaitu kandungan nutrisi rendah dan kandungan nutrisi tinggi.

Berdasarkan pengujian akurasi sistem dengan metode Naive Bayes didapatkan nilai tingkat akurasi sebesar 100%. Hal tersebut dibuktikan dengan pengujian sebanyak 13 kali dan keseluruhan hasil pengujian sistem sesuai dengan hasil pakar.

Waktu komputasi sistem yang didapatkan dari hasil pengujian mempunyai kecepatan komputasi rata-rata sebesar 0,0814 detik dari 26 kali pengujian yang dilakukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Adhieputra, D. A. (2010). Pemilihan Data Training untuk Meningkatkan Kinerja Voting Feature Interval (VFI 5).

- SKRIPSI, Institut Pertanian Bogor, Ilmu Komputer, Bogor.
- Agriculture, U. S. (1999). *Soil Taxonomy: A Basic System Of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Wahsington DC: U.S. Government Printing Office.
- Anam, M. K. (2014). Pembuatan Alat Penentu Warna Tanah Berdasarkan Munsell Soil Color Charts. *Intitute Pertanian Bogor Repository*, 15-16.
- Arduino. (2016). Arduino Uno Atmega328P. Dipetik Agustus 28, 2016, dari <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- Ariska. Netty Dwi, N. N. (2016). Pengaruh Olah Tanah Konservasi Terhadap Retensi Air dan Ketahanan Penetrasi Tanah pada Lahan Kering Masam di Lampung Timur. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 279.
- Astuti, E. H. (2016). *Sistem Pendukung Keputusan Deteksi Dini Penyakit Stroke menggunakan Metode Naive Bayes*. SKRIPSI, Universitas Brawijaya, Teknik Informatika, Malang.
- Baber, D. (2010). *Bayesian Reasoning and Machine Learning*. London: Cambridge University Press.
- Kent A. McVay, C. W. (2002). Soil Organic Carbon and the Global Carbon System. *Kansas State University Department of Agronomy*, 1.
- Lahuddin. (2007). Aspek Unsur Mikro dalam Kesuburan Tanah. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian USU* (hal. 1). Medan: USU e-Repository.
- Mandari. Yopi, P. T. (2016). RANCANG BANGUN SISTEM ROBOT PENYORTIR BENDA PADAT BERDASARKAN WARNA BERBASIS ARDUINO. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 106-113.
- Mariatul, K., Santoso, & Munsiy. (2015). Robot Pendeteksi Warna. *Jurnal Sains dan Informatika*, 1-2.
- Njurumana, G. N. (2008). *Kondisi Tanah Pada Sistem Kaliwu dan Mawar di Timor dan Sumba*. Kupang: Balai Penelitian Kehutanan Kupang.
- Pertanian, K. (2017, September 2). *PUSAT DATA DAN SISTEM INFORMASI PERTANIAN*. Diambil kembali dari Statistik Lahan Pertanian Tahun 2008-2012: <http://pertanian.go.id/>
- Sani Assrus R.N., W. I. (2017). Hubungan Ketebalan Top Soil dan Karakteristik Kapisan Tanah dengan Laju Infiltrasi di PT. Araya Megah Abadi, Golf Malang. *Jurnal Tanah dan Sumber Daya lahan*, 4.
- Sindhuja. R, K. B. (2017). Soil Nutrient Identification Using Arduino. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)*, 40-42.
- Sumarno., U. G. (2009). *Pengayaan Kandungan Bahan Organik Tanah Mendukung Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah*. Bogor: Iptek Tanaman Pangan.
- TAOS. (2009, July). *TCS3200, TCS3210 Programmable Color Light-To-Frequency Converter*. Texas: The Lumenology Company. Diambil kembali dari www.taosinc.com
- Utami, F. H. (2015). Penentuan Tingkat Kesuburan Tanah di Balai Penyuluhan Pertanian Perikanan dan Kehutanan dengan Menggunakan Algoritma Naive Bayes dalam Data Mining. *Riau Jurnal Of Computer Science*, 27-38.
- Vishay. (2016, 10 27). *LCD-016M002B*. Diambil kembali dari Vishay Website: www.vishay.com
- Warudkar Gurudatta., D. D. (2016). Review on Sensing the Fertility Characteristics Of Agricultural Soils. *International Conference On Information Communication And Embedded System (ICICES)*, 1.