

## RANCANG BANGUN PERANGKAT CERDAS UNTUK DETEKSI KANDUNGAN UNSUR TANAH DALAM MENENTUKAN JENIS TANAMAN UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN

Penda Sudarto Hasugian<sup>1</sup>, R. Mahdalena Simanjorang<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>) Program Studi Teknik Informatika – STMIK Pelita Nusantara  
Jl. Iskandar Muda No.1, Medan, 20154, Indonesia

Email: pendasudarto@gmail.com <sup>1)</sup> relimamahdalenasimanjorang@yahoo.co.id<sup>2)</sup>

### Abstrak

Tanah memiliki kandungan unsur kimia, fisika maupun biologi. Setiap tanaman memiliki type tanah yang bisa dia tumbuh dengan baik. Contohnya tanaman padi, padi akan tumbuh dengan baik jika Kebutuhan N optimum : 300kg/ha Urea, P optimum : 50 kg/ha SP36, K optimum : 50 kg/ha KCl Untuk itu perlu seorang petani untuk mengetahui unsur tersebut sebelum menanam tanaman. Mengacu pada hal itu membuat penulis mengambil tema hal tersebut dengan judul Pengembangan Perangkat Cerdas Untuk Deteksi Unsur Kandungan Tanah Dalam Menentukan Jenis Tanaman Mendukung Ketahanan Pangan. Diagnosis terhadap kandungan tanah dapat lebih jelas dengan menggunakan uji laboratorium dilanjut ke uji sensor Warna, Bau, dan Suhu untuk menentukan warna, bau dan suhu dari tiap kandungan unsur tanah yang di uji di laboratorium yang diproses dengan ilmu pengolahan citra. Setelah itu akan dirancang sebuah algoritma untuk mengkolaborasi hasil ketiga sensor tersebut agar menjadi sebuah keputusan. Fitur spesifik yang telah diperoleh dapat dijadikan data pokok pada data mining sehingga nantinya sistem mampu menentukan jenis tanaman. Sehingga risiko kesalahan penentuan jenis tanaman diminimalisasi karena dapat ditentukan secara akurat berdasarkan fitur-fitur spesifik dari tanah yang diperoleh dengan bantuan komputer.

**KataKunci:**fuzzy, unsur tanah, perangkat cerdas, jenis tanaman

### 1. Pendahuluan

Revolusi Industri Keempat (Revolusi Industry 4.0) sebagai babak baru yang akan mengubah segala lini kehidupan manusia melalui perkembangan teknologi. Terobosan teknologi penyokong Revolusi Industri Keempat antara lain kecerdasan buatan (artificial intelligence/AI), perkembangan robotika, "the Internet of Things", realitas maya (virtual reality/VR), dan mesin cetak tiga dimensi. Satu aspek tersebut pada kenyataannya mampu memengaruhi banyak hal, misalnya kecerdasan buatan yang dapat diaplikasikan untuk telepon seluler, otomotif, persenjataan, agroindustry hingga robot seks. Selain revolusi industri pemerintah juga membuat program ketahanan pangan dan kedaulatan pangan. Untuk itu dalam dunia pertanian menghasilkan produksi yang baik dari segi kualitas maupun kuantitas pertanian merupakan hal yang paling diharapkan oleh para petani, khususnya pemerintah Indonesia. Tetapi untuk mendapatkan produksi yang maksimal tersebut sering kali muncul berbagai masalah diantaranya susahny para petani menentukan jenis tanaman apa yang cocok ditanami pada suatu areal lahan pertanian. Para petani sering

kali asal menanam tanaman pada suatu areal pertanian tanpa mengetahui apa aja kandungan hara dalam tanah tersebut. Sehingga tanaman yang ditanam di areal tersebut kurang menghasilkan hasil yang diharapkan.

Sifat petani yang cenderung asal menanam suatu tanaman pada suatu areal tersebut didasari oleh kurangnya pengetahuan akan pentingnya mengetahui kandungan hara dalam tanah di areal tersebut. Hal itu juga didukung susahny mengetahui kandungan unsur hara dalam tanah. Untuk mengetahui kandungan unsur dalam tanah harus melakukan suatu kagitan yang dinamakan analisis kimia tanah.

Analisis kimia tanah sulit dilakukan karena dalam melakukannya memerlukan pertimbangan-pertimbangan diantaranya harus menggunakan Laboratorium, jika berbicara mengenai laboratorium maka akan memerlukan ahli, memerlukan biaya yang tidak sedikit dan tentunya memerlukan tenaga yang ahli dibidangnya. Selain itu hasil dari dari analisis nya masih merupakan data mentah sehingga memerlukan pengolahan data lebih lanjut untuk memperoleh data yang diinginkan. Analisis kimia tanah yang sekarang ini dilakukan kerap

membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat mengetahui hasil analisisnya. maka untuk mempermudah memperoleh hasil analisisnya diperlukan sistem berbasis komputer. Sehingga nantinya diperoleh suatu alat yang mampu mempercepat proses analisis dan mampu menghasilkan data yang langsung dibutuhkan tanapa harus mengolahnya terlebih dahulu. Selain hal di atas, dalam menentukan tanaman yang sesuai dengan kandungan unsur kima, fisika dan biologi tanah ada beberapa yang haris dianalisis diantaranya: Analisis kimia tanah biasanya dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur pH tanah, C-Organik tanah dan kandungan N,P, K dan S. Analisis pH tanah biasanya menggunakan metode yang disebut Electrometry, yaitu pengukuran pH berdasarkan aktifitas ion hidrogen secara potensiometri menggunakan pH meter. Analisis kandungan C-Organik, P dan K dalam tanah menggunakan metode Spectrofotometry serapan atom, yaitu analisis kimia yang memanfaatkan interaksi antara cahaya dan materi yang akan dianalisis. Analisi N total dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldah yaitu metode yang memanfaatkan asam sulfat dan kalium sulfat untuk dapat menguraikan zat organik. Teknik di atas dilakukan dengan beberapa tahapan dan waktu yang lama dan membutuhkan biaya yang cukup besar. Untuk itu perlu dicarikan solusi yang sesuai dengan revolusi industri 4.0 yaitu yang berbasis Komputer.

## 2. Landasan Teori

Penelitian ini didukung oleh beberapa kajian pustaka untuk melandasi timbulnya gagasan dan permasalahan yang akan diteliti sebagai acuan untuk dijadikan landasan dalam pelaksanaan penelitian Pengembangan Perangkat Cerdas Untuk Deteksi Unsur Kandungan Tanah Dalam Menentukan Jenis Tanaman Untuk Mendukung Ketahanan Pangan adalah Penelitian oleh Khairul Anwar, Dahnil Syauqy, Hurriyatul Fitriyah (2018) dengan Judul Sistem Pendeteksi Kandungan Nutrisi dalam Tanah Berdasarkan Warna dan Kelembapan dengan Menggunakan Metode Naive Bayes. Yang dipublikasipaka pada Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer [http://j-ptiik.ub.ac.id]. Membahas tentang pendeteksian kandungan nutrisi tanah berdasarkan warna dan kelembapan dengan menggunakan Metode Naive Bayes. 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, Peneitian yang dilakukan oleh R.Sindhuja dan B.Krithiga (2017) yang dipublikasikan pada Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST). Dengan judul Soil Nutrient Identification Using Arduino. Membahas tentang Pengukuran nutrisi yang dapat dapat menentukan hara tanah di ikuti dengan rekomendasi gizi dan spesifikasi pemupukan tujuannya agar pera petani dapat memformulasikan pemupukan yang baik agar kebutuhan Giji Untuk Tanaman dapat terpenuhi dengan baik. pada penelitian ini alat yang digunakan adalah sensor untuk menentukan N, P, K dan jenis nutrisi lain yang ada di dalam tanah. Sensor elektrokimia didasarkan pada prinsip penyerapan ion dari aqueous larutan tanah. Di sini sensor bersama dengan sirkuit Arduino Microcontroller dibangun untuk mendeteksi komponen tanah yang kekurangan Giji., Penelitian Warudkar Gurudatta., D. D. (2016) membahas tentang Kesuburan tanah dapat dihitung dengan parameter seperti tingkat Ph, suhu, Kelembaban, Persentase Nitrogen, Fosfor dan Oksigen. Dengan bantuan sensor elektrokimia kami dapat memperoleh nilai-nilai nitrogen, fosfor, suhu, pH. Para petani harus mengetahui nutrisi utama ini. jadi dengan kombinasi semua sensor elektrokimia ini kita membuat satu perangkat yang dapat Mengukur semua parameter yang menghasilkan menghitung kesuburan dalam hal tanaman. Yang di seminarkan pada International Conference On Information Communication And Embedded System (ICICES) dan dipublikasikan pada iee.org, Penelitian yang dilakukan Ashwini A. Chitrager, Sneha M. Vasi, Sujata Naduvinamani, Akshata J. Katigar and Taradevi I. Hulasogi (2016) yang dipublikasikan pada International Journal on Emerging Technologies dengan Judul Nutrients Detection in the Soil. membahas tentang menganalisis kandungan gizi mikro (Besi, Seng, dan Tembaga) dan gizi makro (Nitrogen, Fosfor dan Kalium) hadir di tanah dengan Tujuan untuk memutuskan berapa banyak pupuk untuk diterapkan ke lapangan. penelitian ini

menggunakan alat bantu sensor atau penginderaan reflektansi, penginderaan elektrokimia dan penginderaan konduktivitas elektro, Penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati dan Taufik Hery Purwanto (2007) membahas tentang karakteristik spektral kelembaban tanah pada masing – masing saluran citra digital multispectral Landsat TM. Penelitian ini memanfaatkan citra digital multipsektoral Landsat TM saluran 1, 2, 3, 4, 5 dan 7 tahun 2007 dan Peta Rupa Bumi Indonesia. Penyadapan informasi spektral kelembaban tanah permukaan menggunakan metode transformasi spektral (pendekatan indeks kebasahan) yang dilanjutkan dengan pengambilan sampel kelembaban tanah permukaan menggunakan metode purposive sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pantulan spektral tanah dengan kadar kelembaban rendah meningkat pada spektrum tampak mata (visible) spektrum inframerah dekat dan spektrum Inframerah Tengah tetapi semakin bertambah kadar kelembaban pada tanah pantulan spektral tanah mengalami penurunan terutama pada spektrum Inframerah Tengah. Saluran terbaik yang merepresentasikan kelembaban tanah permukaan yaitu saluran 5 citra digital Landsat multispektral TM dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,722 dan koefisien determinasi sebesar 0,722.

### 3. Metodologi Penelitian

Prosedur penelitian dengan mengikuti ketentuan berikut ini :



GAMBAR 1.  
METODE PENELITIAN

### 4. Hasil dan Pengujian

#### A. Hasil

Pada bagian hasil akan membahas tentang hasil dari perhitungan dari struktur yang telah dihasilkan. Dalam penyelesaian permasalahan pada penelitian ini ada beberapa hal yang harus dipahami. Diantaranya adalah

menerapkan algoritma metode sampai kepada perhitungan. Dengan cara mengolah data dengan menggunakan rumus pada algoritma tersebut dalam memecahkan masalah yang ada. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Oksigen
- b. Keasaman Tanah
- c. Kelembapantanah
- d. Suhu Tanah
- e. Tekstur Tanah

Beberapa tingkat kepentingan dari proses ini adalah

#### 1. Variabel Oksigen Tanah

Setiap tanah memiliki ruang pori-pori (pore space), yang nantinya akan diisi oleh udara dan air. Pada tanah yang subur dan gembur serta ditumbuhi dengan baik oleh tanaman, dengan ciri ruang pori-porimencapai 50%. Dengan perbandinganantara air dan udara 1:1. Himpunan domain yang digunakan pada penelitian ini untuk setiap tanaman sebagai beriku terdapat pada Variabel Oksigen Tanah

TABEL 1.  
VARIABEL OKSIGEN TANAH

Himpunan	Domain
Cabai	[35,50]
Kacang Tanah	[35,50]
Padi	[51,60]
Bawang	[51,60]
Jagung	[61,75]

#### 2. Variabel Keasaman Tanah

Salah satu parameter tanah yang mempengaruhi itingkat kesuburan tanah adalah Keasaman (pH) yang dinyatakan dalam kisaran 1 sampai 14. Nilai pH tanah netral adalah 7, jadi kurang dari 7 dikatakan- asam dan lebih dari 7 dikatakan basa. Hampir semua tanaman dapat tumbuh dan lebih suka berkembang pada tanah sedikitasam dan sedikit basahantara pH 5,5-7,5 tergantung pada jenis tanamannya [5]. Variabel Keasaman Tanah pada tabel berikut ini

TABEL II.  
VARIABEL KEASAMAN TANAH

Himpunan	Domain
Cabai	[6,6,7,5]
Kacang Tanah	[6,6,7,5]
Padi	[5,6,6,5]
Bawang	[5,6,6,5]
Jagung	[5,6,6,5]

#### 3. Variabel Kelembapan Tanah

Kadar air didalam tanah mempunya peranan penting bagi semua proses-proses didalam tanah baik yang bersifat fisika, kimia dan biologi. Tanaman untuk pertumbuhannya memerlukan kadar

air sebagai zat pelarut dalam pengambilan dan pengangkutan unsur hara dari tanah ke tubuh tanaman [6]. Dengan Variabel Kelembapan Tanah

TABEL III.  
VARIABEL KELEMBAPAN TANAH

Himpunan	Domain
Cabai	[71.80]
Kacang Tanah	[71.80]
Padi	[61.70]
Bawang	[61.70]
Jagung	[40.60]

#### 4. Variabel Suhu Tanah

Suhu tanah merupakan hasil dari keseluruhan radiasi yang merupakan kombinasi emisi panjang gelombang dan aliran panas dalam tanah. Suhu tanah yang rendah dapat mempengaruhi penyerapan air dari pertumbuhan tumbuhan. Jika suhu tanah rendah, kecil kemungkinan terjadi transpirasi dan dapat mengakibatkan tumbuhan mengalami dehidrasi atau kekurangan air [5]. Variabel Suhu Tanah

TABEL IV.  
VARIABEL SUHU TANAH

Himpunan	Domain
Cabai	[10.22]
Kacang Tanah	[23.27]
Padi	[23.27]
Bawang	[28.36]
Jagung	[28.36]

#### 5. Variabel Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan perbandingan fraksi pasir, debu, dan liat dalam suatu massa tanah [5]. Variabel Tekstur Tanah

TABEL V.  
VARIABEL TEKSTUR TANAH

Jenis Tekstur Tanah Nama	Domain	
	Batas Nilai Minimum	Batas Nilai Maksimum
Pasir Kasar	0.2 mm	2.0 mm
Pasir Halus	0.02 mm	0.2 mm
Liat/Lembung	0.02 mm	0.02

#### 6. Rule

Rule ini sebagai alat bantu untuk mengetahui jenis tanaman yang tepat pada kondisi tanah yang akan di analisa. Aturan rule dituliskan dalam bentuk (IF-THEN), data aturan yang digunakan dalam menganalisis menggunakan fuzzy mamdani.

Adapun rule yang ditentukan adalah:

1. Jika Kadar Oksigen 35-50, And Keasaman Tanah 10-22, And Kelembapan tanah 71-80, And Suhu Tanah 10-22, And Tekstur Tanah Berpasir Kasar 0.2-2.0 mm, Maka kemungkinan tanaman yang cocok adalah **Cabai (0.4)**
2. Jika Kadar Oksigen 35-50, And Keasaman Tanah 23-27, And Kelembapan tanah 71-80, And Suhu Tanah 23-27, And Tekstur Tanah Berpasir halus 0.02-0.2 mm, Maka kemungkinan yang cocok adalah **Kacang Tanah (0.8)**
3. Jika Kadar Oksigen 51-60, And Keasaman Tanah 23-27, And Kelembapan tanah 61-70, And Suhu Tanah 23-27, And Tekstur Tanah Liat 0.02-0.002 mm, Maka tanaman yang cocok adalah **Padi (0.4)**
4. Jika Kadar Oksigen 51-60, And Keasaman Tanah 28-36, And Kelembapan tanah 61-70, And Suhu Tanah 28-36, And Tekstur Tanah Berpasir Kasar 0.2-2.0 mm, Maka tanaman yang cocok adalah **Bawang (0.8)**
5. Jika Kadar Oksigen 61-75, And Keasaman Tanah 28-36, And Kelembapan tanah 40-60, And Suhu Tanah 28-36, And Tekstur Tanah Berpasir Halus 0.02-0.2 mm, Maka tanaman yang cocok adalah **Jagung (0.8)**

#### 7. Rule Hasil Akhir

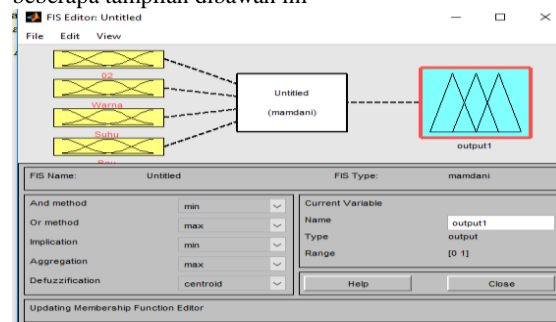
Rule	O <sub>2</sub> %	Warna	Suhu	Bau	Jenis Tanaman
1	35-50	0.02-0.1	10-22	71-80	Cabai
2	61-75	0.2-2.0	28-36	40-60	Jagung
3	51-60	0.2-2.0	23-27	61-70	Padi
4	35-50	0.02-0.1	23-27	71-80	Kacang Tanah
5	51-60	0.2-2.0	28-36	61-70	Bawang

#### B. Pengujian

Dalam proses penentuan rule untuk kecocokan antara tumbuhan dengan lahan yang ada dijelaskan dengan ketentuan dan form berikut ini :

##### 1. Penentuan variabel Input

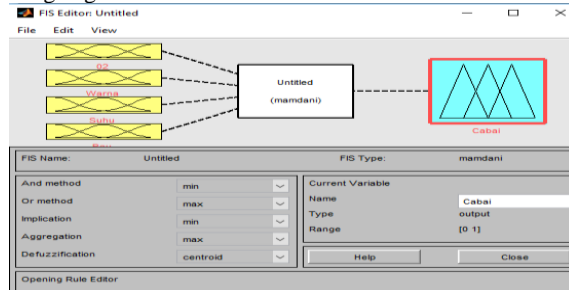
Pada tahapan ini dilakukan proses pengisian variabel input yaitu O<sub>2</sub>, warna, Suhu dan bau dengan beberapa tampilan dibawah ini



GAMBAR 1.  
PROSES PENENTUAN VARIABEL

## 2. Penentuan variabel Output

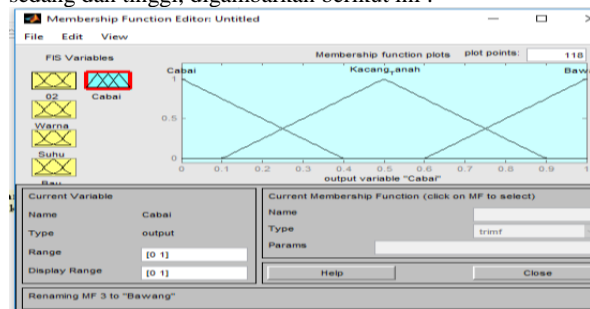
Sebagai bagian dari output maka ditentukan output dengan beberapa domain yaitu rendah, tinggi dan sedang, untuk melakukan proses digambarkan dengan gambar berikut ini :



GAMBAR II.  
PROSES PENENTUAN OUTPUT

## 3. Penentuan Keanggotaan

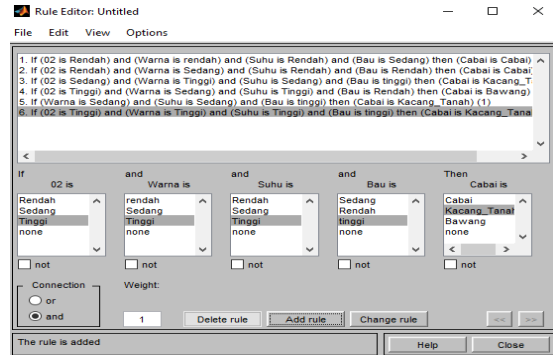
Penentuan keanggotaan untuk masing – masing variabel dengan memilih edit – membership vunction dengan memilih variabel yang telah tersedia dan dalam hal ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu rendah, sedang dan tinggi, digambarkan berikut ini :



GAMBAR III.  
PENENTUAN KEANGGOTAAN TERHADAD VARABEL

## 4. Proses Penentuan Rule

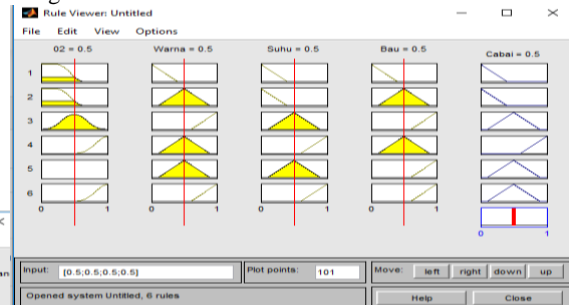
Untuk penentuan rule maka dimanfaatkan fasilitas pada matlab yaitu menu edit dan memilih rule sehingga akan terbentuk gambar berikut ini.



GAMBAR IV.  
PROSES PENENTUAN RULE

## 5. Komposisi Aturan

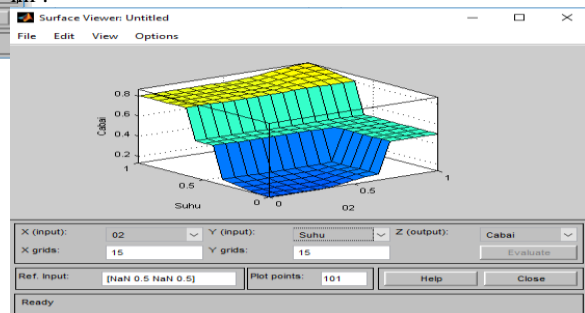
Untuk menampilkan hasil maka dilakukan pemilihan terhadap view – rule dengan tampilan gambar berikut ini :



GAMBAR V.  
PROSES DEFA

## 6. Tampilan Diagram

Tampilan diagram hasil dengan data berikut ini :



## 5. Kesimpulan

Kesimpulan dari Penelitian ini adalah

1. Bahwa rancangan dan pengujian yang dikembangkan ini dapat memberikan rekomendasi jenis tanaman yang tepat sesuai dengan tingkat kesuburan tanah tertentu. Terbukti dari beberapa hasil pengujian yang menampilkan hasil sesuai



- dengan perhitungan dan kriteria tanah yang telah diinputkan.
2. Rule yang telah dibentuk dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan kelayakan tumbuhan terhadap jenis tumbuhan sehingga diharapkan bahan pangan akan semakin meningkat

## Referensi

1. Anwar K, Syauqy D, Fitriyah H. Sistem Pendeteksi Kandungan Nutrisi dalam Tanah Berdasarkan Warna dan Kelembapan dengan Menggunakan Metode Naive Bayes. 2018;2(9):2491–8.
2. “Arduino- Arduino Board Uno.” [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. [Accessed: 09- Dec-2016].
3. “Arduino Playground – MQ Gas Sensors.” [Online]. Available: <http://playground.arduino.cc/Main/MQGasSensors>. [Accessed: 09- Jan-2017].
4. Anam, M. K. (2014). Pembuatan Alat Penentu Warna Tanah Berdasarkan Munsell Soil Color Charts. Intitute Pertanian Bogor Repository, 15-16.
5. 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.
6. Adamchuk, V.I., J.W. Hummel, M.T. Morgan, and S.K. Upadhyaya. 2004. On-the-go soil sensors for precision agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 44: 71–91
7. Bah, A., et al. “Sensor Technologies for Precision Soil Nutrient Management and Monitoring.” American Journal of Agricultural and Biological Sciences, vol. 7, no. 1, 2012, pp. 34–49.
8. Chitragar, Ashwini A., et al. “Nutrients Detection in the Soil: Review Paper.” International Journal on Emerging Technologies (Special, vol. 7, no. 2, 2016, pp. 257–60.
9. Crist, E. P. and R.C. Cicone, 1984, Application of the Tasseled-Cap Concept and to Simulated Thematic Mapper Data, Photogrametric Engineering and Remote Sensing, Vol. 50, pp. 343-352.
10. D. Terrell, Op Amps: Design, Application, and Troubleshooting, Second Edition, 2 edition. Boston: Newnes, 1996.
11. Danoedoro. Projo. 1996. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Fakultas Geografi.
12. G. Peiyuan, B. Man, Q. Shiha, and C. Tianhua, “Detection of Meat Fresh Degree Based on Neural Network,” in 2007 International Conference on Mechatronics and Automation, 2007, pp. 2726–2730.
13. Hardy, J.R., 1980, Survey of Methods for the Determination of soil Moisture Content by Remote Sensing, in Remote Sensing Application in Agriculture and Hydrology. Edited by Georges Fraysse, 1980, Rotterdam : A.A. Balkema.
14. Hoffer, Roger M. , 1978. Biological Physical Consideration in Applying Computer Aided Analysis Technique to Remote Sensor Data, in Remote Sensing: The Quantitive Approach. Edited by Phylip H. Swain and Sherley M. Davis . New York: McGraw Hill.