

Perancangan Alat Biotro Portable Sebagai Pendeteksi pH Tanah

Rizqi Renafasih Alinra¹, Dani Wijaya², Pipit Puspitasari³

Teknik Energi Terbarukan Akademi Komunitas Olat Maras, Indonesia^{1,3}

Fakultas Teknobiologi Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia²

Email: rizqirenafasih@gmail.com

Kata Kunci:

PH Meter, Arduino, PH Tanah.

Abstrak: Perancangan sistem ini mengusung tentang pendeteksian pH tanah dengan indikasi tingkat kesuburan tanah mekanisme kerja system yaitu mengukur tingkat derajat keasaman tanah atau pH tanah dan mengindikasikan kepada user atau pengguna tingkat kesuburan pada tanah. Sistem yang dibuat bertujuan untuk mengetahui tingkat derajat keasaman pada tanah dan dapat mengklasifikasikan jenis tanaman sesuai dengan tingkat pH pada tanah. Hasil yang diperoleh pada sistem pendeteksi pH tanah diperoleh koefisien kelinieritas sebesar 0,996 dan akurasi sistem 92.5% dari hasil pengujian indikasi pH tanah. Dengan mengetahui hasil perbandingan indikasi tingkat keasaman atau pH tanah dapat menyakinkan pengguna dalam menentukan lahan atau tanah yang cocok digunakan untuk pertumbuhan tanaman sesuai dengan tingkat keasaman pada tanah.

This is an open access article under the CC BY License

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



Copyright holders:

Rizqi Renafasih Alinra (2025)

PENDAHULUAN

Kesuburan dan pH tanah sangat penting bagi keberhasilan petani dalam bercocok tanam, karena tanaman sangat membutuhkan unsur hara yang cukup agar dapat tumbuh dan berkembang. pH tanah atau tepatnya pH larutan tanah sangat penting karena larutan tanah mengandung unsur hara seperti Nitrogen (N), Potassium/kalium (K), dan Pospor (P) dimana tanaman membutuhkan dalam jumlah tertentu untuk tumbuh, berkembang, dan bertahan terhadap penyakit. Jika pH larutan tanah meningkat hingga di atas 5,5 Nitrogen (dalam bentuk nitrat) menjadi tersedia bagi tanaman. Tanah yang sering digunakan untuk bercocok tanam ditambah dengan pupuk kimia, akan lebih rendah kandungan bakteri pengurai tanah, unsur makro dan mikronya (Setiawan, 2010) dibandingkan dengan tanah yang baru dibuka. Budidaya tanaman selama ini dilakukan pada kondisi lingkungan (iklim) yang sesuai dengan tanaman. Jika tanaman dipindah ke daerah dengan kondisi lingkungan yang berbeda maka tanaman tersebut tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik atau bahkan mati.

Jika larutan tanah terlalu masam, tanaman tidak dapat memanfaatkan N, P, K dan zat hara lain yang dibutuhkan. Pada tanah yang asam, tanaman mempunyai kemungkinan yang besar untuk teracuni logam berat yang pada akhirnya dapat mati karena keracunan. Herbisida, pestisida, fungisida dan bahan kimia lainnya yang digunakan untuk memberantas hama dan penyakit tanaman juga dapat meracuni tanaman itu sendiri (Tetsopgang & Fonyuy, 2019). Mengetahui pH tanah, apakah asam atau basa merupakan hal yang sangat penting karena jika tanah terlalu masam oleh karena penggunaan pestisida, herbisida, dan fungisida tidak akan terabsorpsi dan justru akan meracuni air tanah serta air yang lainnya pada aliran permukaan dimana hal ini akan menyebabkan polusi pada sungai, danau, dan air tanah. Hasil penelitian (Diansyah, 2017) yang membandingkan perlakuan antara pemberian unsur hara (pupuk organik dan pupuk kimia), menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik yaitu pupuk kompos TKS 25g, memiliki ketinggian batang 54,1cm dan diameter batang 0.6cm. Pada pemberian pupuk kimia yaitu pupuk NPK 25g, memiliki tinggi batang 58,6cm dan diameter batang 0,8cm. Dalam hal ini pupuk kimia lebih unggul, akan tetapi jika pupuk kimia digunakan secara terus menerus akan menimbulkan dampak yang buruk bagi tingkat keasaman pada tanah. Pupuk kimia merupakan kata lain dari pupuk anorganik. Fungsi penting pupuk kimia adalah penambah unsur hara atau nutrisi tanaman. Pada prakteknya, pupuk kimia mempunyai kelebihan dan kekurangan. Keunggulan pupuk kimia adalah antara lain menyediakan nutrisi bagi tanaman dalam waktu yang singkat, nutrisi yang tersedia lebih banyak, tidak menimbulkan bau tidak sedap, nutrisi yang ada siap diserap oleh tanaman, dan mudah digunakan. Sedangkan kelemahan pupuk kimia adalah menimbulkan pencemaran bagi tanah apabila digunakan dalam dosis yang tinggi, harga relatif lebih mahal, dan mudah larut atau hilang jika digunakan. Adapun unsur-unsur dalam pupuk kimia yang sering dijumpai adalah N, P dan K.

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan kita untuk mengukur secara digital beberapa indikator untuk tingkat pH dan juga kesuburan tanah. Indikator tingkat subur dan bagusnya kandungan tanah dapat dilihat dari tingkat derajat keasaman tanah atau yang sering disebut pH, tingkat kelembaban, temperatur tanah, dan intensitas cahaya (Bargrizon et al., 2018). Oleh karena itu, pada dasarnya metode untuk mengukur pH tanah telah tersedia secara komersial dan dapat digunakan, namun alat yang tersedia memiliki beberapa keterbatasan dalam peneteksian, seperti tingkat sensitifitas yang kurang dan bahkan tidak dapat mengetahui ideal pH yang cocok dan jenis tanaman yang harusnya dapat ditanam pada kondisi pH tanah tersebut (Jolokhava et al., 2020). Pada penelitian (Rima et al., 2018) dengan menggunakan larutan pH menggunakan sensor E201-C hasil yang diperoleh memiliki tingkat kelinieritasan pada alat ukur sebesar 0,896. Pada pengukuran ini dapat mendekati nilai 1 masih dapat dilakukan dengan meningkatkan nilai akurasi pada sistem pendeteksian pH tanah.

Perancangan sistem yang dikembangkan ini guna dapat memberikan tingkat akurasi pada alat secara sensitive dan valid, karena pengukuran pH yang dilakukan secara berulang-ulang dilakukan oleh programming arduino. Alat yang dirancang ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru kepada masyarakat di Kabupaten Sumbawa terkait pH ideal dan jenis tanaman yang sesuai ditanam.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan jenis penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif. Penelitian kualitatif merupakan jenis penelitian yang tidak diperoleh melalui prosedur perhitungan atau statistik (Eko, 2015). Kemudian dalam penelitian ini dilakukan sebuah perancangan sistem berbasis mikrokontroler yang dapat mengindikasikan pengukuran pH tanah.

Dalam penelitian kualitatif ada tiga proses utama yang dilakukan yaitu pengumpulan data, analisis data dan keabsahan temuan. Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan tahapan pengumpulan data jenis tanah berdasarkan jenis tanah yang data diperoleh dari dinas pertanian kabupaten Sumbawa . Setelah data yang dibutuhkan didapatkan tahapan berikutnya adalah pengelompokan jenis pH ideal tanaman yang ditanam di kab. Sumbawa. Adapun proses yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data.

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

2. Pencarian Data.

Pencarian data adalah proses yang dilakukan dengan cara mengambil data dari dinas pertanian kab. Sumbawa terkait dengan sebaran tanaman yang di kab. Sumbawa dan sesuai dengan pH ideal pada jenis tanah.

3. Studi Pustaka.

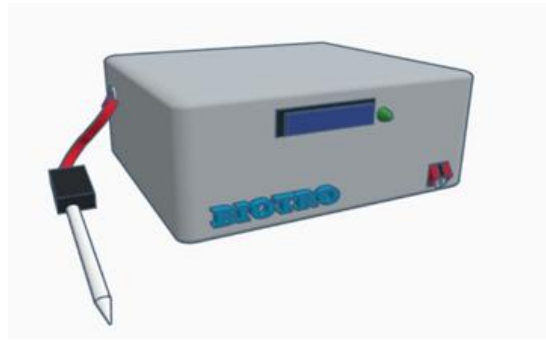
Studi pustaka merupakan metode pengumpulan data yang diarahkan kepada pencarian data dan informasi melalui dokumen-dokumen, baik dokumen tertulis, foto-foto, gambar, maupun dokumen elektronik yang dapat mendukung dalam proses penulisan.

4. Analisis Data.

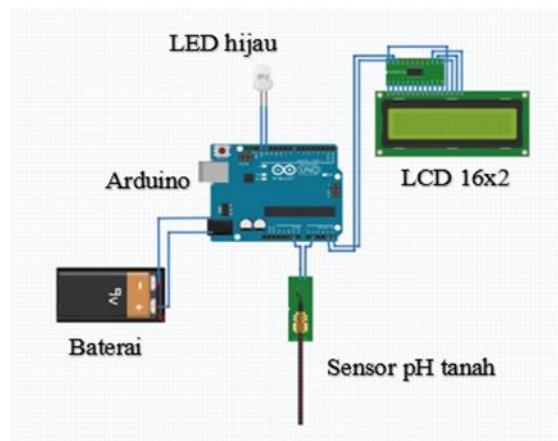
Analisa data dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan dengan melakukan pengukuran secara berulang dan mengetahui tingkat akurasi yang tinggi pada alat yang digunakan.

Metode perancangan alat Biotro

Perancangan sistem dilakukan dengan menggunakan pH tanah Arduino, mikrokontroler Arduino Uno R3, LCD 16x2, kabel jumper, baterai 9 v, adjustment step down 5V, dan LED hijau. Perancangan box sebagai desain dari alat yang digunakan dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 1. Untuk lebih detail perancangan sistem yang dibuat dapat dilihat pada skematik Gambar 1.

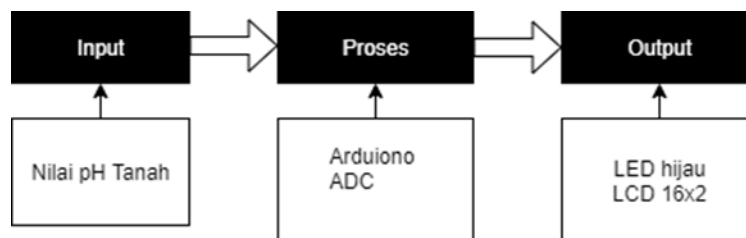


Gambar 1. Desain box pH meter



Gambar 2. Skematik komponen perancangan alat

Perancangan sistem ini menggunakan program Bahasa C pada program Arduino IDE yang diprogramkan ke Arduino melalui PC. Selanjutnya Arduino akan menjalankan perintah eksekusi pada program yang dijalankan sesuai dengan inputan yang diberikan pada sensor pH tanah dan keluaran berupa indikator lampu LED dan LCD 16x2 sebagai pengindikasikan pengukuran pH dan jenis tanaman.



Gambar 3. Proses diagram blok sistem pengukuran pH tanah

Pada Gambar diatas adalah proses penggunaan sistem dari input berupa nilai pH tanah yang berbentuk sinyal analog kemudian pada proses sistem pada mikrokontroler digunakan untuk mengubah dari sinyal analog ke sinyal digital menggunakan ADC (analog digital

converter). Kemudian hasil dari proses pendeteksian nilai pH tampil pada output LED yang mendeteksi tingkat keasaman tanah yang ditancapkan ke tanah dan menampilkan berupa angka dan jenis tanaman pada LCD 16x2.

pH Tanah Arduino

Prinsip kerja dari sensor pH tanah Arduino yaitu dengan menancapkan ujung dari batang sensor ke tanah sinyal yang diterima oleh sensor berupa sinyal analog yang nantinya akan diteruskan ke proses mikrokontroler dengan mengkonversikan sinyal analog ke bentuk sinyal digital. Sensor pH Tanah merupakan sensor pendeteksian tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) tanah. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH Tanah ini memiliki range 3.5 hingga 8 (Nielsen et al., 2017).



Gambar 4. Sensor pH tanah

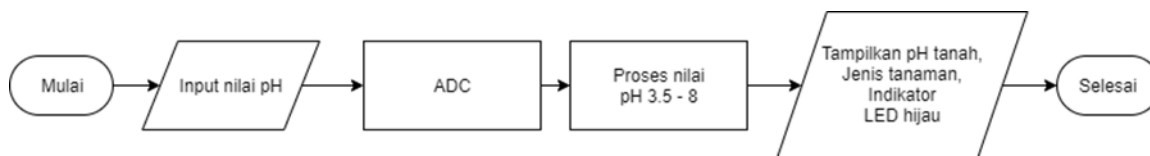
Pada Gambar diatas bentuk dari sensor pH yang digunakan pada perancangan sistem dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Bekerja pada tegangan DC 5 Volt
2. Support Arduino dan mikrokontroler lainnya
3. Koefisien linearitas data pH tanah sebesar 0.9962
4. Kedalaman tanah pada saat pengukuran sebesar 6cm dari ujung sensor
5. Rumus persamaan umum konversi data konduktivitas

Perancangan Alat Biotro Pendeteksi Kesuburan Tanah

Permasalahan kualitas tanah yang dapat berpengaruh pada rendahnya produksi hasil pertanian karena penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat dilakukan pengecekan dengan alat detektor kesuburan tanah, salah satunya yaitu Biotro. Pembuatan alat pendeteksi tingkat kesuburan tanah Biotro dilakukan dengan menggunakan sistem Arduino Uno sebagai

pengendali input dari beda potensial dan besarnya hambatan yang masuk, hal ini sebagai indikasi tingkat kesuburan tanah (Yaqin & Pramukantoro, 2013). Output dari Arduino uno tersebut akan ditambahkan dengan komponen pendukung lain seperti pH Indikator sebagai sensor pH tanah yang berfungsi sebagai pembanding kalkulasi tingkat pH pada tanag. Perancangan alur program dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir program pada alat Biotro

Pada tahap awal nilai dari pH tanah akan dikonversikan ke bentuk nilai digital. Nilai dari inputan akan diproses berdasarkan nilai pH yang akan ditampilkan dengan jenis Tabel 1. dapat dilihat berdasarkan jenis tanaman dan pH ideal tanaman. Fungsi dari penggunaan LED hijau guna membantu pengindikasian bahwa sensor digunakan atau ditancapkan pada media tanah yang kisaran nilai pendeteksian pH 3.5 – 8.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data yang diambil dari dinas Pertanian Kab. Sumbawa terkait pH tanah yang ideal sesuai dengan jenis tanaman yang terdapat di Kab. Sumbawa.

Tabel 1. Nilai pH tanah ideal untuk tanaman Pertanian Kab. Sumbawa (PEMKAB. SUMBAWA 2018)

No	Nilai pH Ideal	Jenis tanaman
1	4-7	Padi Sawah
2	3-7	Padi Gogo
3	6-7	Kacang Hijau, Bawang Merah, Cabe Rawit, Cabe Besar Tomat, Kedelai, Ketimun, Semangka, Bayam
4	5,5-6,3	Kacang Tanah
5	6-6,5	Bawang Putih
6	4,7-5,2	Ubi Jalar
7	6-6,5	Ubi Kayu
8	5,5-6,5	Sawi
9	5,7-7,5	Jagung
10	6-6,5	Kacang Panjang
11	5-6	Kentang
12	6,5-7	Kubis, Terung
13	5.8-7.2	Melon

Pada Tabel 1. dapat dilihat data yang diambil dari Dinas Pertanian kab. Sumbawa jenis perbedaan tanaman dengan ph ideal yang ditaman pada kab. Sumbawa dengan berbagai jenis tanaman.

Perhitungan Akurasi Alat berdasarkan Confusion Matrix (Matriks Kebingungan)

Confusion matrix juga sering disebut error matrix adalah memberikan informasi perbandingan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem (model) dengan hasil klasifikasi sebenarnya. Confusion matrix berbentuk tabel matriks yang menggambarkan kinerja model klasifikasi pada serangkaian data uji yang nilai sebenarnya diketahui. Pada sistem pendeteksian dilakukan data uji akurasi sistem guna membantu melihat hasil klasifikasi benar tidaknya data uji yang dihasilkan pada pendeteksian. Terdapat 4 istilah sebagai representasi hasil proses klasifikasi pada confusion matrix. Keempat istilah tersebut adalah True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP) dan False Negative (FN).

		Nilai aktual	
		1(positif)	0(negatif)
Nilai prediksi	1(positif)	TP (true positive)	FP (false Positive)
	0 (negatif)	FN (false Negative)	TN (true Negative)

Gambar 6. Confusion matrix

Pada Gambar 6. merupakan bentuk dari Confusion matrix dimana matrix ini yang akan digunakan untuk menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasi benar dengan menggunakan persamaan 1 untuk menentukan nilai dari akurasi sistem.

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \tag{1}$$

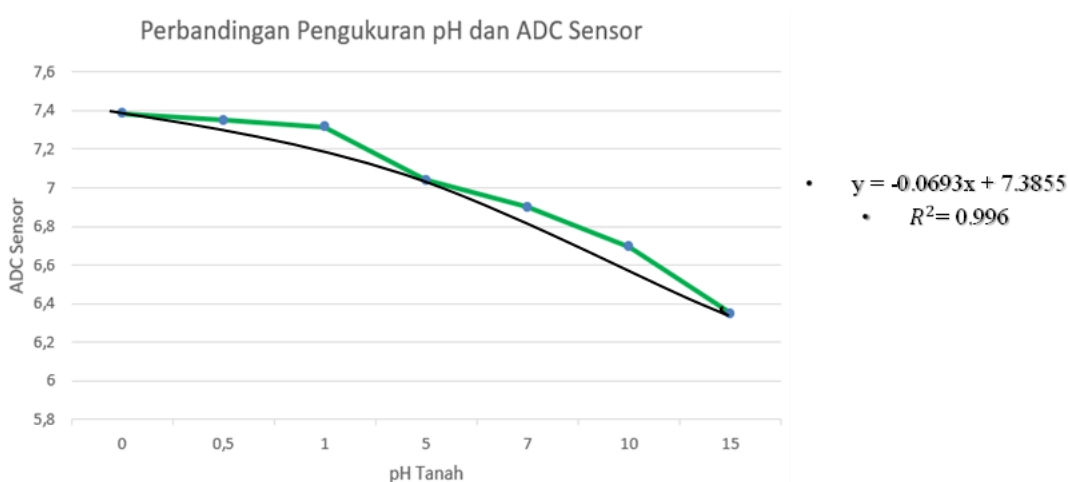
Pada persamaan 1. dimana True Positive (TP) Merupakan data positif yang diprediksi benar, True Negative (TN) Merupakan data negatif yang diprediksi benar, False Postive (FP) — Type I Error merupakan data negatif namun diprediksi sebagai data positif, dan False Negative (FN) — Type II Error Merupakan data positif namun diprediksi sebagai data negatif.

Pengujian Rangkaian Sensor pH Tanah Biotro

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai sensitivitas pada sensor pH tanah berdasarkan dataset yang diambil pada web depoinovasi.com. Pada Gambar 3.2 Pengujian sensor pH tanah dilakukan dengan membandingkan nilai pH menggunakan alat ukur pH meter dan nilai ADC yang dihasilkan oleh sensor pH. Fungsi transfer dari hasil perbandingan antara ADC sensor dengan nilai pH yaitu $y = -0.0693x + 7.3855$. Fungsi transfer ini menunjukkan bahwa nilai sensitivitas sensor sebesar $-0,0693$ dan memiliki ADC offset sebesar 7.3855 . Gambar 3.1 bentuk dari alat pH tanah.



Gambar 7. Alat pendeteksi pH tanah Biotro



Gambar 8. Grafik perbandingan karakteristik nilai pH tanah terhadap nilai ADC Sensor

Nilai koefisien linieritas yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar $0,996$. Nilai koefisien linieritas ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor sangat baik sehingga dapat digunakan sebagai alat ukur pH.

Pengujian Confusion Matrix dan Akurasi Sistem Biotro

Pada pengujian ini dilakukan perhitungan terhadap pengkalsifikasian dengan jenis tanah

yang berbeda. Terdapat 4 jenis tanah dengan memiliki tingkat pH yang berbeda melalui pengukuran pH meter pabrikan.

Tabel 2. pH tanah pada jenis Tanah dengan menggunakan pH meter pabrikan

No	Jenis Tanah	pH tanah
1	Tanah Pertanian	5,6
2	Tanah Pertanian + Pupuk Urea	7,6
3	Tanah Tandus	4.8
4	Pupuk Organik	6.2

Pengujian dilakukan dengan melakukan dengan melakukan 10 kali pengukuran pada masing-masing tanah dengan menggunakan alat biotro dan dapat diklasifikasikan pada confusion matrix berikut berdasarkan nomor pengkasifikasian pada Tabel 2.

		Nilai <u>Aktual</u> Pendeteksian			
		1	2	3	4
Prediksi	1	8	0	0	1
	2	0	10	0	0
	3	0	0	10	0
	4	2	0	0	9

Gambar 9. Confusion matrix pendeteksian jenis tanah

Pada Gambar 9. digunakan confusion matirc guna mengetahui hasil dari pendeteksian kinerja alat yang digunakan. Dapat dilihat pada tanah jenis 1 hasil aktual dan prediksi mendapatkan nilai 8 dari 10 kali percobaan dan untuk hasil benar terdapat pada tanah jenis 2 dan 3. Sedangkan pada tanah jenis 4 dapat terdeteksi 9 kali percobaan dengan salah pendeteksian tanah ke jenis tanah 1. Ini diakibatkan karena rentan antar pH dalam pengukuran dapat terjadi kesalahan dalam pendeteksian karena memiliki rentan yang cukup kecil sehingga sistem menganggap bahwa pendeteksian pada tanah jenis 4 adalah pH tanah jenis ke 1. Untuk menghitung nilai akurasi dari pendeteksian dapat dilakukan pada pengujian confusion matrix berikut menggunakan persamaan berikut.

$$Akurasi = \frac{(8 + 10 + 10 + 9)}{(8 + 10 + 10 + 9 + 2 + 1)}$$

$$= 0,925 \times 100\%$$

$$= 92,5 \%$$

Pada pendeteksian alat didapatkan hasil akurasi perhitungan dengan 10 percobaan dengan akurasi sebesar 92,5% dari pendetekisan alat Biotro.

KESIMPULAN

Sebuah perancangan alat sistem pendeteksian pH tanah telah dilakukan dengan beberapa pengujian. Dalam mendeteksi tingkat keasaman pada tanah (pH tanah) sistem mampu mendeteksi dengan tingkat nilai koefisien linieritas yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar 0,996 pada pengujian alat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik yang bersumber dari limbah pertanian memberikan pengaruh baik pada pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan pupuk kimia. Hal ini disebabkan karena kandungan mikro dan makro pada tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanah. Penggunaan alat Biotro dapat mendeteksi nilai pH tanah atau tingkat keasaman pada tanah untuk mengetahui kesuburan dari tanah yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pada pengujian confusion matrix akurasi yang didapatkan oleh sistem pengukuran pH Tanah sebesar 92,5%. Dengan memanfaatkan perbedaan jenis tingkat keasaman pada jenis tanah maka nilai akurasi sistem dapat tercapai.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dari, teman-teman dosen, dan civitas akademika UTS, khususnya fakultas Teknik dan fakultas Teknobiologi UTS.

DAFTAR PUSTAKA

- Afolabi, I., Mohorcic, M., & Bader, F. (2019). "5G Network Slicing for Industry Verticals." *IEEE Access*, 7, 91615-91628.
- Andrews, J. G., Buzzi, S., Choi, W., Hanly, S. V., Lozano, A., Soong, A. C., & Zhang, J. C. (2014). "What Will 5G Be?." *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 32(6), 1065-1082.
- Li, R., Huang, J., & Jiang, G. (2018). "Beamforming for 5G Systems: A Survey." *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(4), 2799-2834.
- Marzetta, T. L., & Larsson, E. G. (2016). "Massive MIMO: Ten Myths and One Critical Question." *IEEE Communications Magazine*, 54(2), 114-123.
- Mellouk, A., & Senouci, S. M. (2018). "Toward 5G Green Communications: Energy Efficiency

Aspects of Network Slicing." IEEE Communications Magazine, 56(1), 178-184.

Mijumbi, R., Serrat, J., Gorricho, J. L., Bouten, N., De Turck, F., & Boutaba, R. (2016). "Network Function Virtualization: State-of-the-Art and Research Challenges." IEEE Transactions on Network and Service Management, 13(3), 581-597.

Qi, L., Xu, W., Li, X., & Wu, D. (2018). "5G Network Slicing for Internet of Things: A Survey." IEEE Internet of Things Journal, 6(5), 8325-8341.

Rost, P., Banchs, A., Schmelz, L. C., & Lannoo, B. (2016). "Mobile Network Architecture Evolution Toward 5G." IEEE Communications Magazine, 54(5), 84-91.

Zhang, H., Letaief, K. B., & Molisch, A. F. (2017). "Massive MIMO for 5G-From Theory to Practice." IEEE Transactions on Signal Processing, 65(12), 3142-3166.

Zhang, L., Jiang, X., Zhang, S., & Xiao, M. (2019). "Key Techniques for 5G Wireless Communications: Network Architecture, Physical Layer, and MAC Layer Perspectives." IEEE Access, 7, 2248-2272.