

**UJI STABILITAS *SOIL MOISTURE SENSOR HD 38* PADA
LAHAN PERTANIAN DENGAN PENAMBAHAN PUPUK
ORGANIK CAIR**

MUH. ADI SURYA

G041 17 1520



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**UJI STABILITAS SOIL MOISTURE SENSOR HD 38 PADA
LAHAN PERTANIAN DENGAN PENAMBAHAN PUPUK
ORGANIK CAIR**

MUH. ADI SURYA

G041 17 1520



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

UJI STABILITAS *SOIL MOISTURE SENSOR* HD 38 PADA LAHAN PERTANIAN DENGAN PENAMBAHAN PUPUK ORGANIK CAIR

Disusun dan Diajukan oleh :

MUH. ADI SURYA
G041 17 1520

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas
Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 26 Oktober 2023 dan dinyatakan
telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, M.P
NIP. 19681007 199303 2 002

Pembimbing Pendamping,

Muhammad Tahir Sapsal, S.TP., M.Si.
NIP. 19840716 201212 1 002

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muh. Adi Surya
NIM : G041 17 1520
Program Studi : Keteknikan Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul *Uji Stabilitas Soil Moisture Sensor HD 38 Pada Lahan Pertanian dengan Penambahan Pupuk Organik Cair* adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 26 Oktober 2023

Yang menyatakan,



Muh. Adi Surya

ABSTRAK

MUH. ADI SURYA (G041 17 1520). Uji Stabilitas *Soil Moisture Sensor HD 38* Pada Lahan Pertanian dengan Penambahan Pupuk Organik Cair. Pembimbing: SITTI NUR FARIDAH dan MUHAMMAD TAHIR SAPSAL.

Aplikasi sistem pengukuran berbasis teknologi atau instrumentasi di bidang pertanian telah banyak diterapkan karena kemajuan teknologi akan berjalan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Misalnya dalam bidang pertanian, dimana irigasi atau kontrol kadar air tanah suatu bidang lahan menggunakan sensor kadar air sebagai sumber informasi ketersediaan air pada lahan tersebut. Informasi tentang spesifikasi sensor kelembaban tanah yang dapat ditemukan terbatas pada beberapa jenis saja. Karena kurangnya penelitian tentang *Soil Moisture Sensor HD 38* ini, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas dari *Soil Moisture Sensor HD 38* dalam penerapannya serta menambah referensi pendukung dalam berbagai penelitian yang saling berhubungan dengan kadar air atau kelembaban terkhususnya yang menggunakan *Soil Moisture Sensor HD 38*. Pemberian air setiap hari dengan volume yang sama 1000 ml dan setiap hari ke 7 dicampur dengan pupuk organik cair 200 ml. Dengan perlakuan yang diberikan setiap hari diperoleh penurunan pembacaan sensor sebesar 5-10% dalam kurung waktu 81 hari. Dengan validasi data menggunakan perbandingan pembacaan sensor dengan metode gravimetri di laboratorium teknik tanah dan air.

Kata Kunci: Uji Stabilitas, Sensor, Kadar Air, Gravimetri.

ABSTRACT

MUH. ADI SURYA (G041 17 1520). *Stability Test of Soil Moisture Sensor HD 38 with Addition of Liquid Organic Fertilizer. Supervised By : SITTI NUR FARIDAH and MUHAMMAD TAHIR SAPSAL.*

The application of technology-based measurement systems or instrumentation in agriculture has been widely applied because technological advances will go hand in hand with advances in science. In agriculture, where irrigation or control of soil water content in a plot of land uses a water content sensor as a source of information on water availability in that land. Information about soil moisture sensor specifications that can be found is limited to a few types. Due to the lack of research on the Soil Moisture Sensor HD 38, this study aims to determine the stability of the Soil Moisture Sensor HD 38 in its application and to add supporting references in various studies related to water content or humidity, especially those using the Soil Moisture Sensor HD 38. Giving water every day with the same volume of 1000 ml and every 7th day mixed with 200 ml of liquid organic fertilizer. With the treatment given every day, a decrease in sensor readings of 5-10% was obtained within 81 days. With data validation using a comparison of sensor readings with the gravimetric methods in the soil and water engineering laboratory.

Keywords : *Stability Test, Sensor, Moisture Content, Gravimetry.*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa-doa serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak **Makmur Baha, S.Pd.** dan Ibu **Suriyati Sanusi** atas setiap doa tulus yang senantiasa dipanjatkan baik dalam sehat maupun sakit, nasehat, motivasi serta dukungan dan pengorbanan keringat yang diberikan kepada penulis mulai dari kecil hingga sampai kepada tahap ini. Sekali lagi TERIMA KASIH bapak mama.
2. **Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, M.P** dan **Muhammad Tahir Sapsal, S.TP., M.Si** selaku dosen pembimbing yang telah bersabar dan meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, saran, kritikan, petunjuk, dan segala arahan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi selesai.
3. **Samsuar, S.TP., M.Si** selaku dosen pembimbing akademik dan **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman tak terhitung banyaknya baik selama proses perkuliahan maupun diluar jam perkuliahan mulai dari semester awal hingga semester akhir.
4. **Andi Nur Faradillah, A.Md.Gz** salah satu sosok yang memberi dorongan besar bagi penulis untuk menyelesaikan masa studinya, yang selalu memberi semangat, kekuatan, dan menenangkan penulis saat menghadapi masa-masa sulit dalam penelitian hingga penyelesaiannya.
5. Saudara-saudara **Rusuners**, tak sedarah tapi rasa saudara yang selalu memberi dukungan langsung, membantu dan menjadi salah satu support system yang keras bagi penulis selama memasuki masa-masa akhir study baik di Makassar maupun di kampung halaman.
6. Saudara-saudari **Rosalinda, Amin Rais, Arif Rifan, dan adik Fernando** yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dari proposal hingga penyusunan hasil penelitian.
7. Teman-teman **Gear 2017** sebagai teman angkatan yang selalu mendukung dan membantu penulis sejak awal masuk kampus hingga menyelesaikan studinya.

Semoga segala kebaikan mereka akan berbalik ke mereka sendiri dan semoga Allah SWT. senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 26 Oktober 2023

Muh. Adi Surya

RIWAYAT HIDUP



Muh. Adi Surya lahir di Pangkajene pada tanggal 24 Januari 1999, anak Sulung dari empat bersaudara pasangan bapak Makmur Baha, S.Pd. dan Ibu Suryati Sanusi. Adapun jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui mulai dari pendidikan dasar di SD Negeri 1 Pangsid, pada tahun 2004 sampai tahun 2011. Lalu melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 1 Pangsid pada tahun 2011 sampai tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan di jenjang sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Pangsid, pada tahun 2014 sampai tahun 2017. Dan melanjutkan ke pendidikan tinggi di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2017 sampai tahun 2023. Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu sebagai Pengurus di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA-UH), dan juga aktif menjadi asisten pada beberapa matakuliah praktikum di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (AESC). Selain itu, penulis juga aktif diluar kampus pada IKA SMA 467 dan komunitas Eart Hour Makassar, serta pernah bekerja di Perusahaan Pelaksanaan Konstruksi CV.MUSDALIFAH dibagian Kalkulasi dan Pengawas Kinerja Lapangan.

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Sensor Kadar Air (<i>Soil Moisture Sensor HD 38</i>).....	3
2.2. Kinerja Sensor.....	4
2.2.1. Karakteristik Statis.....	4
2.2.2. Karakteristik Dinamis.....	7
2.3. Tanah	7
2.4. Pupuk Organik Cair	8
2.5. Kadar Air Tanah	9
3. METODE PENELITIAN.....	11
3.1. Waktu dan Tempat	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Prosedur Penelitian	11
3.3.1. Rangkaian dan Prinsip Kerja Alat Ukur.....	11
3.3.2. Kalibrasi Sensor Untuk Program Yang Akan Digunakan.....	13
3.3.3. Uji Fungsional	13
3.3.4. Uji Kinerja	14

3.3.5. Analisis Data	15
3.3.6. Data yang Digunakan	15
3.4. Bagan Alir Penelitian	16
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1. Sifat Fisik Tanah.....	17
4.2. Rangkaian Pengukur Kadar Air	17
4.3. Validasi Sensor	18
4.3.1. Nilai Kadar Air dengan Metode Gravimetri.....	18
4.3.2. Nilai Kadar Air dengan Sensor	20
4.3.3. Hubungan Antara Hasil Nilai Gravimetri Dengan Sensor	21
4.4. Hasil Pembacaan Sensor.....	24
4.5. Persentase Akurasi Sensor	27
5. PENUTUP	29
5.1. Kesimpulan.....	29
5.2. Saran	29

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sensor Kadar Air Soil Moisture Sensor HD 38.....	3
Gambar 2. Kurva Sensitivitas.....	5
Gambar 3. Kurva Saturasi dan Kurva <i>Dead Band</i>	6
Gambar 4. Kurva Histerisis.....	6
Gambar 5. Komponen Alat Ukur.....	12
Gambar 6. Diagram Alir Alat Ukur.....	13
Gambar 7. Bagan Alir Penelitian.....	16
Gambar 8. Bagan Alir Penelitian.....	17
Gambar 9. Diagram Alir Alat Ukur.....	18
Gambar 10. Hubungan Hasil Pembacaan Sensor Dengan Oven H-1.....	22
Gambar 11. Hubungan Hasil Pembacaan Sensor Dengan Oven H-40.....	23
Gambar 12. Hubungan Hasil Pembacaan Sensor Dengan Oven H-81.....	24
Gambar 13. Grafik Hasil Pembacaan Sensor 1.....	24
Gambar 14. Grafik Hasil Pembacaan Sensor 2.....	25
Gambar 15. Grafik Hasil Pembacaan Sensor 3.....	25
Gambar 16. Pembacaan Sensor Kadar Air Tanah Sebelum Diberi Air.....	26
Gambar 17. Pembacaan Sensor Kadar Air Tanah Setelah Diberi Air.....	26
Gambar 18. Grafik Persentase Nilai <i>Error</i> Sensor 1.....	27
Gambar 19. Grafik Persentase Nilai <i>Error</i> Sensor 2.....	28
Gambar 20. Grafik Persentase Nilai <i>Error</i> Sensor 3.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi <i>Soil Moisture Sensor HD 38</i>	3
Tabel 2. Nilai Kelembapan Tanah dari Berbagai Tanah.....	8
Tabel 3. Perhitungan Kadar Air Dengan Metode Gravimetri H-1.....	19
Tabel 4. Perhitungan Kadar Air Dengan Metode Gravimetri H-40.....	19
Tabel 5. Perhitungan Kadar Air Dengan Metode Gravimetri H-81.....	19
Tabel 6. Kadar Air Dengan Sensor H-1.....	20
Tabel 7. Kadar Air Dengan Sensor H-40.....	20
Tabel 8. Kadar Air Dengan Sensor H-81.	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Lab Ilmu Tanah	31
Lampiran 2. Perhitungan Kadar Air Metode Gravimetri	32
Lampiran 3. Kalibrasi Sensor Untuk Persamaan Dalam Bahasa Program	35
Lampiran 4. Hasil Uji Awal Sensor	35
Lampiran 5. Data Harian Sensor Selama 81 Hari	36
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	47
Lampiran 7. Kondisi Sensor	50
Lampiran 8. Pengujian Nilai Ph Tanah	51

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aplikasi sistem instrumentasi di bidang pertanian telah banyak diterapkan. Misalnya dalam penggunaan irigasi terkontrol pada kegiatan budidaya pertanian. Salah satu komponen yang penting dalam sistem ini yaitu pada sensor, terutama sensor kadar air yang mendeteksi kadar air dalam tanah dan memberikan input balik ke sistem.

Kinerja sistem instrumentasi tergantung dari sensor yang digunakan. Namun, pada beberapa jenis sensor, seperti sensor kadar air, keakuratan pembacaan sensor dapat berkurang jika telah digunakan dalam waktu yang lama. Terutama yang digunakan pada lahan di bidang pertanian.

Kelemahan sensor kadar air tanah yang diterapkan pada lahan pertanian umumnya memiliki umur yang pendek atau tidak bisa bertahan lama yang menyebabkan akurasi pembacaan berkurang. Hal ini terjadi karena berbagai faktor, salah satunya adalah air karena dalam pertanian tidak lepas dari penggunaan air. Baik itu kebutuhan air tanaman atau tambahan pupuk cair yang digunakan petani.

Informasi tentang spesifikasi sensor kadar air tanah yang dapat ditemukan saat ini sebagian besar terkait tentang tegangan sensor, rentang pengukuran, dan akurasi. Namun, informasi tentang sekuat apa sensor kadar air tanah terhadap kondisi lingkungan yang diamati masih kurang terkhususnya *Soil Moisture Sensor HD 38*. Beberapa sensor kadar air seperti YL-39 yang banyak digunakan, mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat pada awal penggunaan, namun setelah beberapa hari pembacaan-pembacaan sensor kelembaban tanah mengalami penurunan akurasi pembacaan dan hanya dapat digunakan kurang dari 2 bulan.

Alat ukur ini menggunakan mikrokontroler yang memanfaatkan Arduino IDE, pemilihan ini karena lebih mudah digunakan dan tidak memerlukan rangkaian yang rumit. Selain itu juga dilengkapi dengan memori yang cukup besar sehingga mudah untuk menyimpan data pembacaan sensor *Soil Moisture Sensor HD 38* yang cukup sensitif.

Berdasarkan uraian di atas diketahui bahwa masih kurang nya artikel atau jurnal yang membahas tentang stabilitas sensor kelembaban jenis *Soil Moisture*

Sensor HD 38. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dalam menguji stabilitas pembacaan *Soil Moisture Sensor HD 38* ini sebelum digunakan secara luas dibidang pertanian dengan penggunaan pupuk organik cair.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka terdapat rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana stabilitas dari *Soil Moisture Sensor HD 38* pada tanah pertanian?
2. Berapa lama kestabilan pembacaan *Soil Moisture Sensor HD 38* yang diaplikasikan pada tanah pertanian dengan pupuk organik cair?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui stabilitas dari *Soil Moisture Sensor HD 38* dalam penggunaannya pada bidang pertanian.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu dapat dijadikan sebagai dasar atau referensi pendukung dalam penggunaan *Soil Moisture Sensor HD 38* dalam berbagai penelitian mendatang yang saling berhubungan dengan kadar air tanah.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang ada pada penelitian ini, didapatkan parameter penelitian sebagai berikut :

1. Tingkat akurasi pembacaan sensor kadar air tanah
2. Nilai *error* hasil pembacaan sensor
3. Stabilitas nilai hasil pembacaan
4. Sensitivitas terhadap perubahan nilai pembacaan
5. Penambahan Pupuk Organik Cair 200 ml

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sensor Kadar Air (*Soil Moisture Sensor HD 38*)

Sensor adalah alat yang digunakan dalam mendeteksi sinyal yang berasal dari perubahan energi seperti energi biologi, fisika, kimia, mekanik, listrik dan sebagainya (D.Sharon, 1982).



Gambar 1. Sensor Kadar Air *Soil Moisture Sensor HD 38*.

Tabel 1. Spesifikasi *Soil Moisture Sensor HD 38*.

	Keterangan
Tegangan	DC 3,3-12V
Arus Kerja	20mA (Arus keluaran 30mA)
Ukuran Modul	36x15x7mm/1,42x0,59x0,28inch
Panjang Probe	8,8cm
Jarak PIN Sensor	5mm
Panjang Kabel	2,2 meter
Port Penghubung Sensor	XH2,54 2P
Didukung	Arduino, ESP8266, STM32, Raspberry, Relay Module

Soil Moisture Sensor HD 38 adalah sensor tipe jarum dengan panjang jarum tipikal 3–20 cm yang membuatnya hanya cocok untuk kelembaban tanah lapisan atas pengukuran konten daripada pengukuran kelembaban tanah dalam Untuk tujuan pengukuran kelembaban profil vertikal tanah, beberapa sensor kelembaban tanah biasanya ditanam pada kedalaman tanah yang berbeda. Metode ini tidak hanya membutuhkan investasi waktu dan tenaga yang besar, tetapi lingkungan

pengukuran tanah juga rentan terhadap gangguan selama pengaturan sensor, sehingga sulit untuk memastikan konsistensi antara kinerja beberapa sensor yang digunakan (Zhenran Gao dkk., 2018).

Secara umum, pengukuran kelembaban profil tanah saat ini membutuhkan sejumlah besar kelembaban tanah pada lapisan tanah yang berbeda, sedangkan proses yang rumit, dan biaya tinggi membuat sensor kelembaban profil tanah dengan jarak yang sama tidak dapat digunakan. Mengingat kurangnya informasi rinci yang berkaitan dengan kelembaban profil tanah, irigasi cerdas membutuhkan biaya yang besar dan efisiensi tinggi sistem penginderaan. Dengan adanya penggunaan sensor kelembaban profil tanah untuk mengurangi biaya pengukuran kelembaban tanah dan meningkatkan efisiensi irigasi.

2.2. Kinerja Sensor

Sebagai faktor kunci yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman, kadar air tanah merupakan dasar penting untuk pengelolaan produksi pertanian. Untuk mewujudkan irigasi lahan pertanian yang cerdas, penting untuk mengukur kadar air profil tanah secara akurat secara real-time, untuk memahami pemanfaatan air spasial, dan memberikan dasar untuk pemilihan waktu dan ambang batas irigasi optimal dan pengembangan irigasi presisi. Saat ini, kedalaman penguburan sensor penginderaan kelembaban tanah untuk kelembaban pengukuran di profil vertikal tanah belum diselidiki secara sistematis.

Sensor dibagi kedalam 2 karakteristik, karakteristik statis dan karakteristik dinamis. Dibawah ini penjabaran dari karakteristik-karakteristik tersebut :

2.2.1. Karakteristik Statis

Karakteristik statis merupakan karakteristik yang ada pada sensor dan transduser pada kondisi stabil, yang tidak dipengaruhi oleh waktu. Karakteristiknya mencakup beberapa bagian, antara lain presisi, resolusi, span, *repeatability* dan beberapa karakteristik berikut :

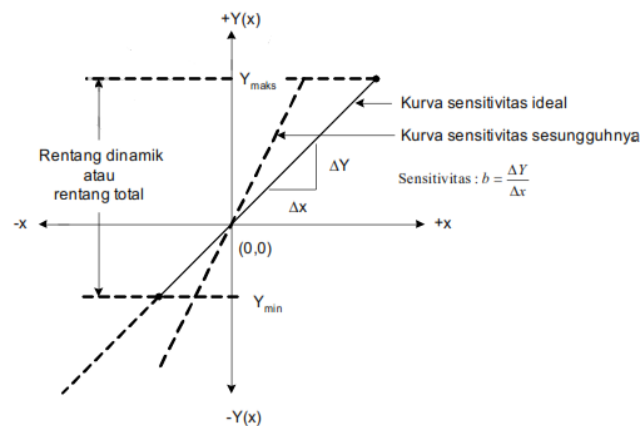
1) Akurasi

Akurasi yaitu hubungan ideal antara *input* dan *output* yang tidak berubah terhadap satuan waktu. Sensor memiliki perhitungan ideal untuk hubungan antara input dan output (stimulus dan respon). *Output* dari sensor akan mempresentasikan

nilai sebenarnya dari stimulus yang diterima, jika sebuah sensor didesain dan produksi massal dengan material, alat, dan pekerja yang ideal. Hubungan ideal antara *input* dan *output* bisa dijelaskan dalam bentuk tabel, grafik, dan rumus matematis mudah untuk dipahami (Nugroho & Suryopratomo, 2013).

2) Sensitivitas

Sensitivitas adalah perubahan *output* (keluaran) yang terdeteksi karena adanya masukan (*input*) parameter fisis. Atau dapat pula didefinisikan sebagai perubahan tegangan keluaran sebagai akibat perubahan nilai masukannya. Jika sensitivitasnya semakin tinggi maka semakin bagus karena dapat menghasilkan *output* yang besar dengan *input* sinyal yang kecil. Kurva sensitivitas ditunjukkan pada Gambar 2.



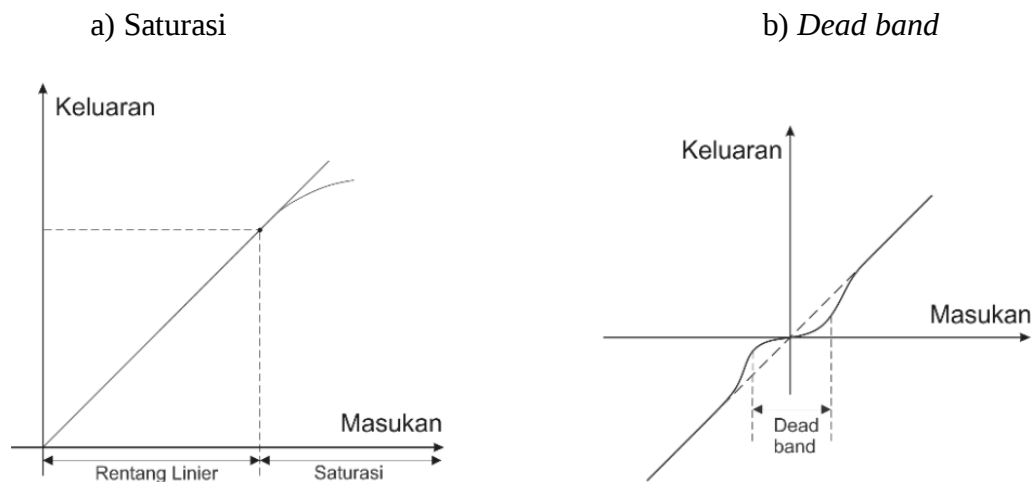
Gambar 2. Kurva Sensitivitas.

Rentang dinamik yang terdapat dalam kurva merupakan rentang jumlah keluaran sensor, yang secara matematis dirumuskan sebagai:

$$R_{\text{dinamik}} = Y_{\text{maks}} - Y_{\text{min}} \quad (1)$$

Sensor bersifat responsif yang menghasilkan sinyal luaran sebanding dengan nilai *input* nya pada batas-batas tertentu. Ketika diberi reaksi yang terus ditingkatkan, sensor tidak lagi menghasilkan *output* yang diinginkan, dan sensitivitasnya berkurang atau bahkan tidak sensitif sama sekali. Dalam penerapannya, sensor sensitivitas dapat memiliki kesalahan atau *error*, yang terdiri dari saturasi dan *dead band* atau disebut daerah mati. Saturasi ialah daerah kerja sensor setelah rentang linier dimana responnya terhadap *input* tidak lagi menghasilkan *output* yang diharapkan, sedangkan *dead band* atau daerah mati merupakan kondisi dimana sensor tidak sensitif lagi dalam kondisi tertentu saat

diberi sinyal *input*. Kurva saturasi dan kurva *dead band* atau daerah mati ditunjukkan pada gambar berikut.



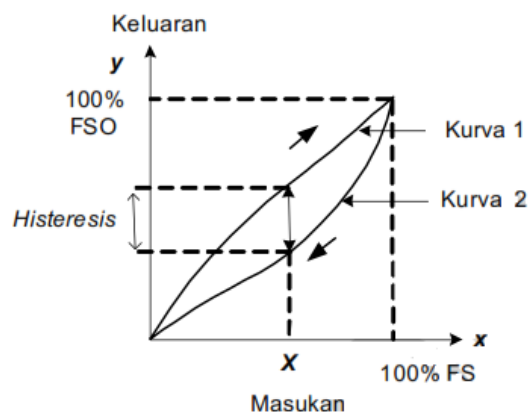
Gambar 3. Kurva Saturasi dan Kurva *Dead Band*.

3) Linearitas

Linearitas adalah kemampuan untuk menghasilkan karakteristik *input* dan *output* secara simetris serta linier (Samadikun, 1989).

4) Histerisis

Histerisis merupakan adanya penyimpangan dari keluaran sensor pada titik tertentu dari sinyal masukan ketika didekati dari arah yang berlawanan arah (Nugroho & Suryopratomo, 2013).



Gambar 4. Kurva Histerisis.

2.2.2. Karakteristik Dinamis

Karakteristik dinamis merupakan karakteristik pada sensor dan transduser saat keadaan siap atau sementara, karena dipengaruhi oleh waktu. Karakteristik dinamis ini terbagi menjadi *rise time*, *time constant*, *dead time* atau *delay*, respon frekuensi, dan parameter orde ke-2.

2.3. Tanah

Suatu lapisan yang menyelimuti bumi dengan ketebalan yang bervariasi, merupakan definisi dari tanah. Meskipun tidak signifikan jika dibandingkan dengan massa bumi, tanah memainkan peran penting dalam menyediakan kebutuhan mineral bagi seluruh makhluk hidup yang ada di muka bumi. Tanah juga membentuk hubungan dinamis dengan makhluk hidup, di mana tanah memberikan kebutuhan mineral bagi makhluk hidup, sementara sisa dari makhluk tersebut dikembalikan ke dalam tanah. Kehidupan sangat bergantung pada tanah, dan sebaliknya, tanah sangat vital bagi kehidupan (Kemas Ali, 2018).

Keberadaan kita di muka bumi ini sangat bergantung kepada tanah. Kenapa demikian karena pandangan manusia tentang tanah sangat dipengaruhi oleh latar belakang setiap individu. seperti seorang petani menganggap tanah sebagai media tempat tumbuh tanamannya, sedangkan seorang insinyur bangunan memandang tanah sebagai tempat berdirinya bangunan serta sebagai sumber bahan bangunan yang bernilai tinggi. Adapun bagi kita manusia yang berdiri diatas tanah ini, menganggap tanah sebagai sumber yang dapat menghasilkan makanan, pakaian, bahkan tempat tinggal kita (Kemas Ali, 2018).

Tanah terbentuk dari beberapa komponen yaitu air, udara dan bahan padat lain. Udara dianggap tak mempunyai pengaruh teknis sedangkan air sangat mempengaruhi sifat teknis tanah. Ruang di antara butiran-butiran disebut pori atau voids, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Dalam pendefinisian teknik secara umum, tanah dapat diartikan sebagai material yang tersusun dari butiran mineral-mineral padat yang tidak tersementasi atau terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan-bahan yang telah melapuk (berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Jimmyanto, 2014).

Tabel 2. Nilai Kelembapan Tanah dari Berbagai Tanah.

Tekstur tanah	Berat kering tanah		
	Kapasitas lapang (%)	Titik layu (%)	Air tersedia (%)
Lempung liat	18	10	8
Lempung liat berdebu	24	15	9
Pasir	5	2	3
Lempung liat berpasir	12	5	7
Gambut	140	75	65
Lempung	40	24	16
Lempung liat keras	30	19	11

Sumber: Pairunan, 2007 dalam Rizal, 2012

Pada dasarnya, jumlah air yang berada pada pori-pori tanah bergantung dari jenis tanah. Cepat lambatnya penyerapan air dalam tanah dapat dikontrol melalui pemilihan jenis tanah yang digunakan. Kemampuan tanah dalam menampung air sangat dipengaruhi dari jenis tanah. Pemilihan jenis tanah mempengaruhi tingkat kelembapan yang akan dideteksi oleh sensor serta pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Ketika tanah kekurangan udara, irigasi dilakukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Tetapan kelembapan tanah mengacu pada jumlah udara dalam tanah pada kondisi tertentu dan kapasitas menampung airnya berdasarkan tetapan kelembapan tanah (Tuasikal, 2020).

2.4. Pupuk Organik Cair

Menurut peraturan menteri pertanian no.2/pert./hk.060/2/2006, pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman atau hewan yang telah mengalami rekayasa berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memasok bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi pada tanah (Direktorat sarana produksi, 2006).

Pengomposan adalah suatu metode untuk mengkonversikan bahan-bahan organik menjadi bahan yang lebih sederhana dengan menggunakan aktivitas mikroba. Proses pembuatannya dapat dilakukan pada kondisi aerobik dan anaerobik. Pengomposan aerobik melibatkan penguraian bahan organik dengan bantuan oksigen, sementara pengomposan anaerobik melibatkan penguraian bahan

organik tanpa menggunakan oksigen bebas. Proses aerobik menghasilkan karbondioksida, air, dan panas, sedangkan proses anaerobik menghasilkan metana, karbondioksida, dan asam organik tertentu. Pada dasarnya, pembuatan pupuk padat maupun cair melibatkan dekomposisi dengan memanfaatkan aktivitas mikroba. Kualitas kompos tergantung pada keadaan dan jenis mikroba yang aktif selama proses pengomposan. Kondisi optimal bagi aktivitas mikroba perlu diperhatikan, seperti aerasi, media tumbuh, dan sumber makanan bagi mikroba (Yuwono, 2006).

2.5. Kadar Air Tanah

Tanah terdiri dari beberapa fasa yaitu cair, padatan dan gas. air tanah yang mengisi bagian bagian atau seluruhnya dari ruangan kosong diantara zarah-zarah padat disebut fase cair. Proses ditahan atau meresapnya zat cair tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi, adhesi dan kohesi. Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang dikandung di dalam tanah dengan berat total sampel tanah yang dinyatakan dalam satuan persen (Irfan, 2011).

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) dan berat kering (*dry basis*) Kadar air berat basah memiliki batas maksimum teoritis sebesar 100%, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat melebihi 100%. Kadar udara sangat penting dalam bahan pangan karena mempengaruhi penampakan, tekstur, dan citarasa, serta menentukan kesegaran dan daya tahan bahan pangan. Kadar udara yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri, kapang, dan khamir, serta mempengaruhi perubahan pada bahan pangan.

Penentuan kadar air dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu *gravimetric*, tensiometri, tahanan listrik dan pembauran neutron. Cara *gravimetric* dilakukan dengan cara sejumlah tanah basah dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Air yang hilang selama pemanasan merupakan air yang berasal dari tanah basah. Persamaan yang menyatakan besaran kadar air tanah dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(x-y)}{y} \times 100 \quad (2)$$

Dengan X adalah bobot contoh tanah dan Y adalah bobot contoh tanah yang telah dikeringkan di dalam oven (Irfan, 2011).

Terdapat fungsi yang saling berkaitan dalam penyediaan air bagi tanaman yaitu memperoleh air dalam tanah dan pengaliran air yang disimpan ke akar-akar tanaman. Jumlah air yang diperoleh tanah sebagian bergantung pada kemampuan tanah yang menyerap air cepat dan meneruskan air yang diterima dipermukaan tanah. Akan tetapi jumlah ini juga dipengaruhi oleh faktor-faktor luar seperti jumlah curah hujan tahunan dan sebaran tahunan dan sebaran hujan sepanjang tahun (Rizal, 2012).