



Buku Tugas Akhir

Karakterisasi Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif Menggunakan Metoda Gravimetrik

Felix Saputra.G

2015630015

Pembimbing:

Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T.

Dr. Christian Fredy Naa

Diajukan untuk memenuhi salah satu
syarat mendapatkan gelar Sarjana
Teknik

Agustus 2022



Buku Tugas Akhir

Characterization of Capacitive Soil Moisture Sensor with Gravimetric Method.

Felix Saputra.G

2015630015

Pembimbing:

Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T.

Dr. Christian Fredy Naa

Diajukan untuk memenuhi salah satu
syarat mendapatkan gelar Sarjana
Teknik

Agustus 2022

Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

Karakterisasi Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif Menggunakan Metoda Gravimetrik

oleh:

Felix Saputra.G

NPM : 2015630015

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

TANDA PERSETUJUAN SELESAI,

Bandung, 19 Agustus 2022

Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika

Tua Agustinus Tamba, PhD

Pembimbing Pertama,

Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T.

Pembimbing Kedua,

Dr. Christian Fredy Naa

**PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU
MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT**

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

FELIX SAPUTRA G

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

**"KARAKTERISASI SENSOR KELEMBAPAN TANAH KAPASITIF
MENGUNAKAN METODA GRAVIMETRIK"**

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada Saya.

Bandung,



Felix Saputra G

NPM: 2015630015

Abstrak

Dalam dunia pertanian, penyiraman tanaman merupakan salah satu hal penting dalam pertumbuhan tanaman, hal ini dilihat dengan cara memperhatikan kondisi kadar air dalam tanah atau yang disebut juga kelembapan tanah. Kekurangan atau kelebihan kadar air dapat mengakibatkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dapat diimplementasikan sensor, untuk memantau kelembapan tanah. Agar sensor dapat memberikan nilai kelembapan tanah yang tepat, maka perlu dilakukan karakterisasi dari sensor yang digunakan. Tugas akhir ini akan membahas karakterisasi sensor kelembapan tanah jenis kapasitif, dengan metoda gravimetrik. Sensor yang digunakan adalah sensor kapasitif SEN0193, dimana sensor ini mampu mendeteksi kelembapan tanah dengan memberikan nilai analog atau digital. Karakterisasi yang dilakukan pada sensor kapasitif SEN0193 yaitu, mencari hubungan nilai keluaran sensor dengan nilai kelembapan tanah dengan metoda gravimetrik. Maka dalam tugas akhir ini dilakukan beberapa prosedur untuk mendapatkan hasil karakterisasi sensor kapasitif SEN0193. Prosedur terdiri atas kalibrasi sensor dengan metoda gravimetrik yang menghasilkan persamaan gravimetrik sensor kapasitif SEN0193, melihat keluaran nilai sensor kelembapan tanah jika terjadi perubahan suhu dimana suhu yang digunakan 28°C dan 35°C dan diuji dengan uji-t atau *t-test*, melakukan uji presisi sensor dengan waktu sampel yang berbeda yaitu 25, 50, 100 dan 1000ms dengan melihat nilai standar deviasi. Hasil karakterisasi pada tugas akhir ini, menunjukkan bahwa metoda gravimetrik yang digunakan menghasilkan perbedaan pengukuran kelembapan tanah antara sensor kelembapan tanah dengan persamaan gravimetrik sebesar 1.11%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan metoda gravimetrik mampu mengkarakterisasi sensor untuk melakukan pengukuran kelembapan tanah yang tepat.

Abstract

In the world of agriculture, watering plants is one of the important things in plant growth. This is seen by paying attention to the condition of the water content in the soil, also called soil moisture. Lack or excess of water content can cause plants to not grow properly. To overcome these problems, sensors can be implemented to monitor soil moisture. It is necessary to characterize the sensor used in order for it to provide the right soil moisture value. This final project will discuss the characterization of the capacitive type of soil moisture sensor using the gravimetric method. The sensor used is a capacitive sensor SEN0193, where this sensor is able to detect soil moisture by providing an analog or digital value. The characterization carried out on the SEN0193 capacitive sensor is to find the relationship between the sensor output value and the soil moisture value using the gravimetric method. So, in this final project, several procedures are carried out to obtain the results of the characterization of the SEN0193 capacitive sensor. The procedure consists of calibrating the sensor with the gravimetric method which produces the gravimetric equation of the capacitive sensor SEN0193, seeing the output of the soil moisture sensor value if there is a change in temperature where the temperature used is 28°C and 35°C and performing a sensor precision test with different sample times of 25, 50, 100, and 1000 ms by looking at the standard deviation value. The results of the characterization in this final project show that the gravimetric method used produces a difference in soil moisture measurement between the soil moisture sensor and the gravimetric equation of 1.11%. This shows that the gravimetric method can be used to figure out how the sensor works so that accurate measurements of soil moisture can be made.

Kata Pengantar

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, Buku Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Buku Tugas Akhir yang berjudul "Karakterisasi Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif Menggunakan Metoda Gravimetrik" disusun untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada . Disadari bahwa bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulisan Buku Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ali Sadiyoko, M.T. dan Dr. Christian Fredy Naa selaku dosen pembimbing yang telah membantu menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir;
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan secara materil dan moral serta dukungan terus menerus;
3. Kepada seluruh dosen serta tata usaha yang telah membantu serta memberikan dukungan;
4. Serta rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan menuangkan ide untuk pembuatan Laporan Tugas Akhir.

Akhir kata, mohon maaf yang sebesar-besarnya jika ada kekurangan maupun hal-hal yang tidak berkenan pada penyusunan Buku Tugas Akhir ini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu dan besar harapan saya, agar Buku Tugas Akhir ini akan berguna dalam perkembangan pada khususnya serta khazanah keilmuan Teknik Mekatronika pada umumnya.

Daftar Isi

Abstrak	ix
Abstract	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Gambar	xix
Daftar Simbol	xxi
Daftar Singkatan	xxii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.	2
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir	4
1.6 Metodologi Tugas Akhir	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kelembapan Tanah	7
2.1.1 Kelembapan Higrokopis	8
2.1.2 Kelembapan Kapiler	8
2.1.3 Kelembapan Gravitasi	8
2.2 Metoda Gravimetrik untuk pengukuran kelembapan tanah	8

2.3	Analisis <i>T-Test</i>	9
2.4	Varian dan Standar Deviasi	11
2.5	<i>Root Mean Square Error</i>	12
2.6	<i>Digital number</i> pada mikrokontroller <i>arduino</i> dan Hubungan nilai ADC dengan tegangan	12
2.6.1	Hubungan nilai ADC dengan <i>Voltage</i>	12
2.7	Arduino IDE	13
2.8	Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif SEN0193	13
3	PERANCANGAN SISTEM	15
3.1	Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data	17
3.1.1	Prosedur Pengambilan Data untuk Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah Kapasitif	18
3.1.2	Prosedur Pengambilan Data Untuk Uji Presisi	20
3.1.3	Prosedur Pengambilan Data Untuk Perubahan Keadaan Suhu Lingkungan	22
3.2	Prosedur Pengolahan Data	25
3.2.1	Prosedur Pengolahan Data Kalibrasi	25
3.2.2	Prosedur Pengolahan Data Uji Presisi	25
3.2.3	Prosedur Pengolahan Data Perubahan Keadaan Suhu Lingkungan	27
4	HASIL DAN ANALISA	28
4.1	Hasil Pengolahan Data Kalibrasi	28
4.2	Hasil Pengolahan Data Uji Presisi	30
4.3	Hasil Pengolahan Data Perubahan Keadaan Suhu Lingkungan	31
4.4	Analisis Karakterisasi Sensor Kelembapan tanah Kapasitif	33
5	SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1	Simpulan	35
5.2	Saran	36
	Daftar Pustaka	37
	Lampiran A Algoritma Formasi & Penghindaran	40
A.1	<i>Hasil pengambilan data uji presisi 25ms</i>	40
A.2	Gambar Alat Pengambilan Data	48
	Lampiran B Rancangan Elektrik SEN0193 & Program Karakterisasi	51
B.1	Program Pengambilan Data	52
B.2	Program untuk uji presisi 25ms	52
B.3	Program untuk uji presisi 50ms	52
B.4	Program untuk uji presisi 100ms	53
B.5	Program untuk uji presisi 1000ms	53

Daftar Tabel

3.1	Hasil pengukuran massa tanah,tempat dan massa jenis	20
3.2	Hasil pengambilan data kalibrasi	20
4.1	Data perhitungan RMSE	29
4.2	Hasil Uji Presisi 10 s/d 30ml.	31
4.3	Hasil Uji Presisi 40 s/d 60ml.	31
4.4	Hasil Uji Presisi 70 s/d 90ml.	32
4.5	Hasil Uji Presisi 100ml.	32
4.6	Hasil uji-t dengan nilai signifikansi.	32
A.1	Data perubahan nilai sensor terhadap suhu dengan kelembaban 10 s/d 30ml	41
A.2	Data perubahan nilai sensor terhadap suhu dengan kelembaban 40 s/d 60ml	42
A.3	Data perubahan nilai sensor terhadap suhu dengan kelembaban 80 s/d 100ml	43
A.4	Data uji presisi waktu sampel 25ms untuk setiap kadar air	44
A.5	Data uji presisi waktu sampel 25ms untuk setiap kadar air	45
A.6	Data uji presisi waktu sampel 25ms untuk setiap kadar air	46
A.7	Data uji presisi waktu sampel 25ms untuk setiap kadar air	47

Daftar Gambar

1.1	Diagram alir metodologi Tugas Akhir 1	5
2.1	Sensor Kelembapan Tanah SEN0193	14
3.1	Arsitektur proses pengambilan data.	15
3.2	Tempat karakterisasi dan komponen yang digunakan	16
3.3	Diagram alir Perancangan Pemodelan Karakterisasi Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif	17
3.4	Diagram Alur Pengambilan Data untuk Kalibrasi.	19
3.5	Diagram Alur Pengambilan Data untuk uji presisi.	22
3.6	Diagram Alur Pengambilan Data untuk Kalibrasi.	24
3.7	Diagram alir Pengolahan Data untuk Kalibrasi.	26
4.1	Grafik Pengolahan Data untuk Kalibrasi.	30
A.1	Gambar Alat Pengambilan Data Karakterisasi.	48
A.2	Gambar Alat Pengambilan Data Karakterisasi.	48
A.3	Gambar Alat Pengambilan Data Karakterisasi.	49

Daftar Simbol dan Variabel

ms	<i>milisecond</i>
°C	derajat celcius
ml	mililiter
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>
θ_v	<i>Volumetric water content</i>
θ_g	<i>Gravimetric water content</i>
m_w	massa tanah saat kondisi sudah terisi air
m_d	massa tanah saat kondisi kering
m_s	massa tanah terisi air
V_w	jumlah volume kadar air
V_s	jumlah volume tanah
ρ_w	massa jenis air
ρ_d, s	<i>bulk density</i>
t	nilai <i>t-stat</i>
μ	<i>theoretical mean</i>
\bar{x}	rata-rata sampel
n	jumlah banyak data
s	standar deviasi
S^2	nilai varian
df	derajat kebebasan
\bar{x}_a	rata-rata sampel a
\bar{x}_b	rata-rata sampel b
n_a	jumlah data a
n_b	jumlah data b
S^2	nilai varian
$\sum_{i=1}^n x_i^2$	jumlah masing masing data
A_t	nilai data aktual
F_t	nilai data hasil prediksi
V	tegangan
1/V	invers tegangan

Daftar Singkatan

FTI	Fakultas Teknologi Industri
HSSD	<i>Hybrid Super Standard</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
KBBI	Kamus Besar Bahasa Indonesia
LQR	<i>Linear Quadratic Regulator</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PID	<i>Proporsional Integral Derivatif</i>
PPR	<i>Pulse Per Revolution</i>
PUEBI	Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>
TTL	<i>Transistor-TransistorLogic</i>
UNPAR	Universitas Katolik Parahyangan

Bab 1

PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah yang dilakukan pada penelitian untuk karakterisasi kelembapan tanah kapasitif dengan metoda gravimetrik, serta identifikasi dan perumusan masalah yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan. Agar tugas akhir yang dikerjakan tidak menyebabkan ambiguitas, maka pada bab ini dipaparkan batasan dan asumsi masalah. Bab ini juga menjelaskan tentang tujuan Tugas Akhir, sampai dengan sistematika penulisan Tugas Akhir.

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada dunia pertanian, tanah sebagai media tanam memiliki peranan penting untuk pertumbuhan tanaman, seperti tempat pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman, serta tempat sumber air yang dibutuhkan tanaman. Menurut Suratman Woro Suprodjo, "Tanah merupakan salah satu media yang digunakan untuk media tanam dari berbagai macam tumbuhan. Tanaman memerlukan media tanah dengan tingkat kelembapan tertentu, sesuai dengan jenisnya". Untuk itulah kondisi kelembapan tanah harus dijaga pada suatu keadaan tertentu yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kelembapan tanah menjadi salah satu faktor pendukung dari keberhasilan tumbuhnya tanaman disamping faktor lain seperti kandungan mineral tanah, keadaan lingkungan, dan lain-lain [1]. Pengertian dari kelembapan tanah adalah kadar air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas permukaan air tanah [2]. Definisi lain menyebutkan bahwa kelembapan tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan diantara pori-pori tanah yang sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah dan perkolasi [3]. Kekurangan kadar air atau kelebihan kadar air dapat mengakibatkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik.

Para petani biasanya memantau kondisi kelembapan tanah dapat dilakukan dengan metode pemantauan secara langsung, namun metode ini sangat bergantung pada

pengalaman pribadi petani. Pemantauan kelembapan tanah dapat dilakukan dengan bantuan penerapan bidang ilmu mekatronika dengan mengimplementasikan sensor kelembapan tanah pada lahan pertanian. Namun tidak semua sensor kelembapan tanah memiliki karakterisasi pembacaan data kelembapan tanah yang baik, sehingga data yang dikumpulkan kurang akurat dan kebanyakan karakterisasi sensor dilakukan dengan melakukan pengondisian tanah yaitu pada saat tanah kering dan basah. Pada beberapa penelitian sebelumnya, untuk mengarakterisasi sensor kelembapan tanah adalah dengan menggunakan bacaan dari sensor kelembapan tanah yang disimulasikan pada keadaan tanah dengan kondisi basah dan kering. Ketiga keadaan tersebut nantinya akan menjadi acuan nilai batas sensor untuk menentukan kelembapan tanah. Dari penelitian [3] dilakukan karakterisasi sensor kelembapan tanah, dengan membuat keadaan tanah yaitu kering dan basah, keadaan sensor dicelupkan dalam air dan timah, dimana secara berturut-turut nilai bacaan sensor kelembapan tanah secara nilai analog adalah 782, 141, 255 dan 29. Karakterisasi yang dilakukan pada penelitian [3] melihat hubungan tegangan dan panjang sensor yang diletakkan di dalam tanah terhadap nilai resistivitas. Hasil karakterisasi pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak kontak antara air atau tanah dengan probe sensor maka semakin sensitif sensor tersebut dalam membaca kondisi kelembapan tanah. Dari penelitian [4] untuk memantau kondisi kelembapan tanah menggunakan nilai batas dari hasil bacaan sensor dimana nilai 1004 menandakan tanah kering, 624 tanah cukup basah, dan 297 tanah basah secara nilai analog dari sensor. Penelitian sebelumnya tidak mencakup berapa nilai kelembapan tanah untuk setiap volume air yang disiramkan kedalam tanah.

Maka pada tugas akhir ini, karakterisasi tanah disempurnakan dengan metoda gravimetrik. Sensor kelembapan tanah yang digunakan pada penelitian ini akan dikarakterisasi dengan mengukur nilai kelembapan tanah untuk setiap volume air yang disiramkan ke dalam tanah. Metoda gravimetrik mengukur kelembapan tanah untuk setiap jumlah air yang diberikan ke dalam tanah dan dilakukan secara volumetrik dengan cara memasukan air setiap 10ml, sampai air tergenang. Selanjutnya dilakukan pengukuran nilai kelembapan tanah pada setiap 10ml air yang dimasukkan ke dalam tanah dan direkam dengan sensor kelembapan tanah kapasitif. Karakterisasi sensor ini akan menunjukkan nilai kelembapan tanah setiap 10ml air dengan satuan gravimetrik, perubahan pengukuran yang dihasilkan apabila melakukan pengukuran selama periode waktu tertentu yaitu 25, 50, 100, 1000ms, serta melihat perubahan hasil bacaan sensor apabila diukur pada suhu yang berbeda pada penelitian ini suhu yang digunakan adalah 28°C dan 35°C.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang yang ada pada subbab 1.1, maka dapat diidentifikasi dan dirumuskan masalah yaitu :

1. Bagaimana prosedur yang akan diterapkan untuk melakukan karakterisasi pada sensor kelembapan tanah dalam hal ini sensor kelembapan tanah kapasitif?

2. Bagaimana pengolahan data untuk mendapatkan hasil karakterisasi sensor kelembapan tanah kapasitif?

1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan masalah dan asumsi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan karakterisasi pada sensor kelembapan tanah yang digunakan yaitu sensor kelembapan tanah kapasitif, dengan sampel waktu 25, 50, 100, 1000 ms dan keadaan lingkungan dengan suhu 28°C dan 35°C.
2. Massa tanah yang dipakai pada pengukuran adalah massa tempat dan massa tanahnya, untuk massa tanah kering dengan tempat adalah 160 gram dan massa tempat sendiri adalah 56 gram. Massa tanah saat kering adalah 108 gram dan tanah yang digunakan diasumsikan memiliki sifat porositas yang sama dan seragam.
3. Nilai kelembapan tanah tidak dihitung secara persentasi, namun melihat nilai keluaran sensor dengan membaca tegangan keluaran sensor dan diinversikan yang nantinya akan dihubungkan secara linier dengan persamaan metode gravimetrik.

Asumsi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Kelembapan tanah pada prosedur kalibrasi diukur dengan pengukuran metoda gravimetrik.
2. Nilai kelembapan tanah diukur dengan melihat nilai tegangan keluaran dari sensor kelembapan tanah kapasitif.
3. Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah kompos dan tanah hitam tanpa kompos, yang umum digunakan untuk media tanam.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi serta perumusan masalah yang terdapat pada Sub Bab 1.1 dan 1.2 tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menerapkan prosedur yang dapat merepresentasikan karakterisasi, sensor kelembapan tanah kapasitif dengan metoda gravimetrik.
2. Melakukan kalibrasi, uji presisi dan uji-t terhadap data yang didapat untuk hasil karakterisasi sensor kelembapan tanah kapasitif.

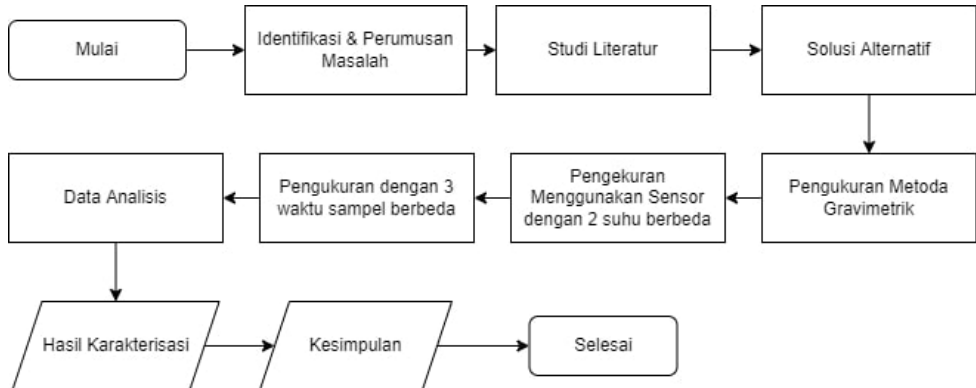
1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat:

1. Membantu mahasiswa teknik mekatronika perluasan wawasan untuk menerapkan bidang ilmu mekatronika pada sektor pertanian atau agrikultur.
2. Menambah kajian teoritis tentang karakterisasi sensor pada pengukuran kelembapan tanah yang dapat membantu khususnya dalam sektor pertanian atau agrikultur.
3. Menambah kajian teoritis tentang cara pengukuran kelembapan tanah serta prosedur yang sesuai untuk melakukan pengukuran pada periode waktu yang panjang pada sektor agrikultur.

1.6 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi penelitian yang dilakukan untuk Karakterisasi Sensor kelembapan Tanah Kapasitif dengan metoda gravimetrik akan dideskripsikan menggunakan diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram alir metodologi Tugas Akhir 1

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diawali dengan identifikasi dan perumusan masalah dalam melakukan karakterisasi dengan metoda gravimetrik hingga didapatkan masalah dan kesulitan yang akan dihadapi saat melakukan karakterisasi pada sensor kelembapan tanah kapasitif.
2. Melakukan studi literatur untuk mengumpulkan dasar teori dan metodologi karakterisasi untuk mendukung proses karakterisasi sensor kelembapan tanah kapasitif yang dilakukan pada Tugas Akhir.
3. Solusi alternatif didapat dengan melakukan studi literatur sehingga membantu untuk mendapatkan metoda yang akan dipakai pada saat melakukan karakterisasi yaitu metoda gravimetrik dimana ukuran dan rentang kelembapan tanah dapat terukur secara volumetrik.
4. Melakukan pengukuran dengan metoda gravimetrik menggunakan sensor kelembapan tanah kapasitif untuk menjadi data kalibrasi.
5. Melakukan pengukuran menggunakan sensor kelembapan tanah kapasitif dengan 2 suhu lingkungan yang berbeda 28°C dan 35°C , dimana hasil keluaran sensor yang diolah adalah nilai analog sensor.
6. Melakukan pengukuran menggunakan sensor kelembapan tanah kapasitif dengan 3 waktu sampel berbeda yaitu 25, 50, 100, 1000ms.
7. Melakukan analisis data terhadap pengukuran yang sudah dilakukan menggunakan metoda t-test dan mendapatkan gambaran data yang dipaparkan secara

grafik tegangan terhadap waktu, kelembapan tanah, dan nilai keluaran sensor kelembapan tanah.

8. Dari data yang telah dianalisis ditarik beberapa kesimpulan yang menjawab perumusan masalah dari Tugas Akhir ini, sehingga Tugas Akhir ini menjadi satu kesatuan yang utuh.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan, sistematika yang diterapkan pada laporan ini dibagi menjadi 5 bab, yakni sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan. Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, metodologi Tugas Akhir serta sistematika penulisan .
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka. Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam pengolahan data serta analisis yang dibutuhkan dalam perancangan pemodelan kelembapan tanah. Tori-teori dasar ini diperoleh melalui proses telaah pustaka yang intensif yang juga mempunyai keterkaitan dengan bidang ilmu mekatronika
3. Bab 3 Perancangan Sistem. Dalam bab ini dipaparkan antara lain:
 - (a) Proses Perancangan Alat saat melakukan karakterisasi.
 - (b) Prosedur Pengambilan Data.
 - (c) Prosedur Pengolahan Data.
4. Bab 4 Hasil dan Analisa. Dalam bab ini dipaparkan mengenai analisis hasil pengolahan data, serta hasil pengujian dan penelitian dengan batasan yang digunakan.
5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran. Dalam bab ini dipaparkan kesimpulan dan saran dari hasil kegiatan penelitian apabila akan digunakan untuk diteliti lebih dalam untuk perancangan karakterisasi selanjutnya.