

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Jumlah air tanah yang berpengaruh pada kelembaban tanah adalah faktor kunci dalam bidang agrikultur. Jumlah air dalam tanah berdampak secara langsung pada pertumbuhan tanaman dan juga berpengaruh pada jumlah bahan kimia pertanian yang diberikan ke tanah. Pengetahuan tentang kelembaban tanah adalah dasar untuk perhitungan akurat dari jumlah air yang dibutuhkan pada irigasi. Estimasi dari jumlah air tanah telah memperoleh perhatian yang besar sejak dahulu. Pada prakteknya, terdapat tiga metode dasar yang tersedia yaitu teknik gravimetrik, teknik nuklir dan teknik elektromagnetik. Dari semua ini, teknik elektromagnetik telah menjadi populer karena dapat menentukan kelembaban tanah secara cepat, aman, tidak merusak, dan mudah diautomatisasi.

Pada teknik elektromagnetik, metode time domain reflectometry (TDR) adalah metode yang paling umum dipergunakan (Fellner et al, 1969; Topp et al., 1980; Baker et al, 1990; Heimovaara, 1994; Gardner et al., 2000; Noborio, 2001). Meningkatnya kebutuhan osilator berkualitas tinggi berbiaya rendah telah menyebabkan kecenderungan untuk mempergunakan teknik kapasitansi dalam mengukur kelembaban tanah (Dean et al., 1987; Evett et al, 1995; Paltineanu et al, 1997). Probe kapasitansi adalah relative murah dan mudah untuk dioperasikan. Kemudian bentuk dan geometri dari sensor sangat mudah disesuaikan sehingga memungkinkan pengembangan berbagai konfigurasi (Robinson et al. 1998). Namun demikian, dalam penggunaannya probe kapasitansi memberikan hasil yang berbeda pada berbagai variasi tanah yang diukur sehingga memerlukan kalibrasi. Juga harus dipertimbangkan tentang pengaruh salinitas dan temperature tanah pada sensor kapasitansi.

Beberapa peneliti telah mengkalibrasi sensor kapasitif untuk tipe tanah tertentu seperti (Bell et al., 1987; Evett et al, 1995; Mead et al., 1995; Paltineanu et al, 1997; Morgan et al., 1999; Baumhardt et al., 2000). Pada studi tersebut, keluaran dari sensor-sensor (frekuensi) berhubungan langsung dengan jumlah air dari tanah. Umumnya, suatu frekuensi referensi dipergunakan untuk mengkompensasi perbedaan diantara sensor-sensor. Dari sudut pandang teoritis dinyatakan juga bahwa kapasitansi sensor pada dasarnya berubah akibat variasi permitivitas dari tanah, yang merupakan fungsi dari jumlah air. Dengan memecah kalibrasi menjadi dua tahapan yaitu satu frekuensi berhubungan dengan permitivitas tanah dan yang lainnya adalah permitivitas berhubungan dengan jumlah air tanah, sehingga diperoleh banyak faktor fisis berdasarkan prosedur kalibrasi.

Metode spektrometri impedansi bekerja berdasarkan prinsip dimana status impedansi kompleks suatu sistem tertentu dianalisa dalam range frekuensi. Spektroskopi ini adalah suatu metode pengukuran yang umum dipergunakan untuk mengkarakterisasi properti dari suatu materi, bidang batas materi, struktur geometrid dan proses difusi (Mc. Donald, 1987). Di dalam metode ini, konstanta dielektristitas dan nilai konduktivitas diperoleh dari bagian real dari besaran linear  $G$  dan bagian imajiner  $B$  sensor impedansi, yang menunjukkan hubungan frekuensi dengan sifat material.

Pada penelitian sebelumnya (Lazuardi, 2006) telah dikembangkan sensor kapasitif dengan sonde silinder yang tidak hanya dipergunakan untuk mengukur permukaan air tetapi juga dapat mengukur ketinggian permukaan air tanah. Kelemahan sensor kapasitif dalam mengukur air tanah adalah sulitnya probe tanah kontak dengan elektrolit terlarut yang akan diukur. Oleh sebab itu metode kapasitif tidak diteruskan untuk dipergunakan.

Untuk itu pada penelitian ini diajukan usulan mengukur kelembaban tanah (soil moisture) mempergunakan metode spektroskopi impedansi, yang menganalisa impedansi probe sensor soil moisture pada beberapa frekuensi diskrit atau kontinyu melalui pemodelan matematis. Untuk menentukan kelembaban tanah maka parameter dari rangkaian pengganti disesuaikan dengan impedansi kompleks.

## **1.2. Tujuan Dan Sistematika Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengembangkan sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) dengan mempergunakan metode impedansi kompleks dalam menentukan jumlah air dalam tanah.
- Sensor mampu menentukan kelembaban tanah dari material berbagai komposisi tanpa memerlukan kalibrasi baru (pengukuran kelembaban tanpa bergantung pada tipe tanah)
- Merancang sensor yang murah dan bebas perawatan.

Penelitian ini berlangsung selama 3 (tiga) tahun. Adapun sistematika penelitian adalah sebagai berikut. Pada tahun pertama (2008), akan dikembangkan model rangkaian pengganti yang mendefinisikan perubahan pengaruh medan elektromagnetik pada probe sensor. Kemudian dilanjutkan dengan mengembangkan algoritma pengolahan sinyal yang cocok dalam menentukan kelembaban tanah tanpa bergantung pada tipe tanah. Pada tahun kedua (2009), akan dilakukan penelitian yang meliputi aspek-aspek untuk meningkatkan akurasi dan presisi pengukuran dengan melakukan verifikasi data

dengan hasil yang telah diketahui. Kemudian dilakukan pengukuran dengan berbagai besaran pengaruh yang telah diketahui untuk mengembangkan faktor koreksi dari pengukuran. Sementara pada tahun terakhir 2010 akan dibuat prototipe alat berdasarkan prinsip pengukuran impedansi seperti yang diberikan pada tahun pertama dan kedua.

### **1.3. Penerapan Hasil Kegiatan**

Pengembangan dan pembuatan sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor, SMS) untuk menentukan tingkat kelembaban tanah in-situ mempunyai arti penting dalam manajemen pengelolaan tanah/lahan pertanian. Selama ini kebanyakan petani di Indonesia dalam mengolah tanah pertanian memiliki sedikit informasi mengenai definisi, sifat dan tipe-tipe tanah di ladang pertanian mereka. Nilai-nilai tipikal untuk sifat properti dari tanah umumnya tidak tersedia dan relatif sulit dalam menentukan sifat-sifat tanah yang membatasi produksi pangan tersebut.

Dengan mempergunakan sensor kelembaban tanah yang bekerja berdasarkan metode spektroskopi impedansi kompleks, maka dapat ditentukan parameter fisis tanah seperti efek kapasitif yang menyatakan jumlah air terkandung di dalam tanah dan efek konduktif yang merefleksikan salinitas tanah yang diukur. Parameter ini akan menuntun petani dalam menentukan jenis tanaman yang cocok untuk tanah pertanian tertentu serta dalam mengelola lahan pertanian tersebut, misalnya dalam mengatur irigasi pada saat musim kering (Hilhorst, 1998). Peranan penting lainnya dari SMS ini adalah pada pengaturan lahan pertanian-pertanian modern seperti pertanian tanaman pangan/sayuran kualitas ekspor yang ditanam di dalam rumah kaca (greenhouse) dimana suhu dan kelembaban ruang dijaga konstan serta pengairan diatur secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran kelembaban tanah. Dengan pengaturan fungsi tanah ini akan dapat meningkatkan hasil pertanian.

Di dalam bidang hidrologi, pengukuran soil moisture dapat dipergunakan untuk menentukan kesetimbangan air dari profil tanah, kenaikan air vegetasi, proses evapotranspirasi, drainase dan run off suatu muka air. Sementara dalam bidang teknik sipil, pengukuran tingkat kelembaban tanah juga disamping menentukan kenaikan air dari vegetasi, juga dalam menentukan kestabilan tanah dari kemungkinan pergeseran tanah dan longsor.

### **1.4. LUARAN KEGIATAN YANG DITARGETKAN**

1. Dihasilkan suatu prototype sensor soil moisture yang handal dan berbiaya murah yang dapat dipergunakan untuk mendeksi kelembaban tanah in-situ.

Prinsip pendeteksian yang dipergunakan adalah dengan mempergunakan prinsip spektroskopi impedansi.

2. Sensor yang dihasilkan mampu menentukan berbagai variasi kelembaban dan salinitas sebagai parameter kedua tanpa bergantung pada variasi tipe tanah berbagai komposisi tanpa memerlukan kalibrasi baru.
3. Hasil penelitian dapat diterima pasar, diproduksi dengan harga relatif terjangkau dan bebas perawatan serta dapat dioperasikan para petani secara mudah untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas lahan pertanian.
4. Publikasi tulisan di jurnal ilmiah nasional dan internasional.
5. Rekayasa penelitian menuju pendaftaran paten.