REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN
CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC00201848303, 5 Oktober 2018
Pencipta		
Nama	:	**Arief Sudarmaji,MT,Ph.D, Budi Guawan, ST, MT, , dkk**
Alamat	:	Griya Sokaraja Permai Blok H.9 009/ 002 Purwakarta, Purwakarta, Jawa Tengah, 53181
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Arief Sudarmaji,MT,Ph.D, Budi Guawan, ST, MT, , dkk**
Alamat	:	Griya Sokaraja Permai Blok H.9 009/ 002 Purwakarta, Purwakarta, Jawa Tengah, 53181
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Modul**
Judul Ciptaan	:	**Modul Perancangan Dan Penggunaan Alat Monitoring Kelembapan Tanah**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	17 September 2018, di Kudus
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan	:	000120087

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

MODUL

PERANCANGAN DAN PENGGUNAAN ALAT MONITORING KELEMBABAN TANAH

Oleh:

Arief Sudarmaji,MT,Ph.D
Budi Gunawan,ST,MT
Anteng Widodo,ST,M.Kom
Ir. Hadi Supriyo,MS

UNIVERSITAS MURIA KUDUS
2018

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Arief Sudarmaji,MT,Ph.D	Griya Sokaraja Permai Blok H.9 009/ 002 Purwakarta
2	Budi Guawan, ST, MT	Pasuruhan Lor 04/11 Jati
3	Anteng Widodo,ST,M.Kom	Dk Tengah Wetan 007/005 Bulung Kulon Jekulo
4	Ir. Hadi Supriyo,MS	Jl Kudus-Purwodadi 001/004 Kalirejo Undaan

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Arief Sudarmaji,MT,Ph.D	Griya Sokaraja Permai Blok H.9 009/ 002 Purwakarta
2	Budi Guawan, ST, MT	Pasuruhan Lor 04/11 Jati
3	Anteng Widodo,ST,M.Kom	Dk Tengah Wetan 007/005 Bulung Kulon Jekulo
4	Ir. Hadi Supriyo,MS	Jl Kudus-Purwodadi 001/004 Kalirejo Undaan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T. atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga tim penulis dapat melaksanakan kegiatan penelitian skim Penelitian Kerjasama Perguruan Tinggi (PKPT) tahun pelaksanaan 2018 dan menyusun Modul Perencangan dan Panduan Alat Monitoring Kelembaban Tanah sebagai salah satu luaranya. Modul ini sebagai bagian dari Alat Monitoring Kelembaban Tanah yang dihasilkan dalam penelitian ini. Pembuatan modul ini bertujuan untuk lebih mengetahui proses perancangan alat dan cara penggunaanya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi sebagai pemberi dana kegiatan
2. Kopertis Wilayah VI Jawa Tengah, selaku Koordinator Program Penelitian seluruh Perguruan Tinggi Swasta di Jawa Tengah
3. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muria Kudus
4. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jendral Soedirman (UNSOED) Purwokerto

Penulis menyadari modul ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, segala saran dan kritik senantiasa penulis nantikan untuk tujuan lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. *Amin.*

Kudus, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

DISKRIPSI 3
BAGIAN 1 PENDAHULUAN 4
1.1 Latar Belakang 4
1.2 Tinjauan Pustaka 5
BAGIAN 2 PERANCANGAN 9
2.1 Metode perancangan 9
2.2 Gambar Rangkaian dan *wiring* alat 9
2.3 Desain *Casing* Alat 9
2.4 Foto Alat yang Sudah Jadi 12
BAGIAN 3 PANDUAN PENGGUNAAN 14
3.1 Pengenalan Hardware 14

DISKRIPSI

Alat monitoring kelembaban tanah ini digunakan untuk memonitor dan mengukur kelembaban tanah yang bisa diterapkan di lahan pertanian untuk mengetahui kadar air di lahan pertanian yang domonitor supaya bisa mendapatkan kondisi lahan pertanian yang sedang dimonitor khususnya kelembabanya tanahnya. Alat monitoring ini bisa digunakan secara terus menerus secara realtime dan data pengukuranya tersimpan secara otomatis dalam *memory card* yang terinstal didalam alat. Alat ini menggunakan sensor kelembaban hasil desain sendiri yaitu; *dual paralel-plat probe* terbuat dari papan berlapis tembaga dan perak yang dibentuk semacam stick yang sedang diajukan patennya. Alat ini didesain untuk keperluan monitoring kondisi kelembaban pertanian di lahan pesisir, yang mana kebutuhan akan air bagi tanaman-tanaman tertentu, seperti bawang merah harus sangat dibutuhkan, sedang kondisi tanah pasir mempunyai kecenderungan tidak bisa menahan air karena tekstur tanahnya yang berpasir. Dengan kondisi lahan pasir terebut diperlukan alat monitoring yang secara real time bisa digunakan memonitor kondisi kelembaban tanahnya. Modul ini berisi tentang perancangan dan panduan penggunaan alat yang telah dibuat untuk memberikan informasi dan panduan cara penggunaan alat ini. Modul ini dibagi dalam tiga bagian; (1) bagian 1 pendahuluan, yang berisi tentang latar belakang dan tinjauan pustaka, (2) bagian 2 perancangan, berisi mengenai metode perancangan, dan (3) bagian 3 panduan cara menggunakan alat.

BAGIAN 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan pesisir pantai memiliki potensi strategis untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian sebagai konsep pembangunan komprehensif untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat guna menjaga ketahanan pangan. Hal tersebut dapat terwujud melalui pengelolaan secara optimal, kesinambungan produksi, tanpa musim (*off-season*) berbagai produk hortikultura seperti bawang merah, kubis bunga, cabai merah, dan terong (Saparso, 2010). Selain itu, pemanfaatan lahan pesisir yang pada umumnya berupa lahan pasir dapat mengganti penyusutan lahan pertanian di perkotaan yang mampu mendorong peningkatan produktivitas lahan maupun pengendalian lingkungan (erosi pasir) wilayah pesisir dalam menghadapi perubahan iklim global (Sukrisno *et al*., 2000).

Perkembangan wilayah pesisir yang banyak menjadi pusat kegiatan ekonomi umumnya akan mengurangi kemampuan lahan, sehingga dapat mengganggu daya dukung lingkungannya. Perubahan tersebut dapat berupa penekanan terhadap sumberdaya alam berupa proses abrasi, dan erosi yang mengakibatkan pemunduran garis pantai. Seperti di pesisir Kedung Jepara, telah terjadi pemunduran garis pantai rata-rata sebesar 131,83 m/tahun (Anna *et al*., 2010) dan begitu juga hampir di seluruh wilayah sekitarnya, seperti di Kabupaten Demak telah mengalami abrasi yang meliputi Kecamatan Sayung, Kecamatan Bonang, dan Kecamatan Wedung (Rejeki, 2011).

Pengembangan lahan pasir pantai yang marjinal di kawasan pesisir Jepara, yang belum tergarap dan belum tercemar bahan kimia, memungkinkan diterapkan konsep *Low External Input for Sustainable Agriculture* (LEISA) melalui pertanian semiorganik (Salikin, 2003) berbasis inovasi teknologi (Adiyogo, 1999), dan spesifik lokasi guna menciptakan usaha pertanian yang efisien dan berkelanjutan (Rahmanto, 2004).

Potensi sumber daya lahan di wilayah pesisir pantai secara alamiah sangat rendah dan kritis yang disebabkan tidak hanya faktor biofisiknya saja tetapi juga akibat upaya penanganannya yang belum optimal (Sukrisno *et al*., 2000). Sebagai contoh produktivitas beragam varietas bawang merah musim hujan rerata baru mencapai 5,76 ton/ha dan lebih rendah daripada potensi bawang merah di lahan

sawah yang mencapai 15,51 ton/ha dikarenakan suhu tanah yang lebih stabil (Ambarwati dan Yudono, 2003).

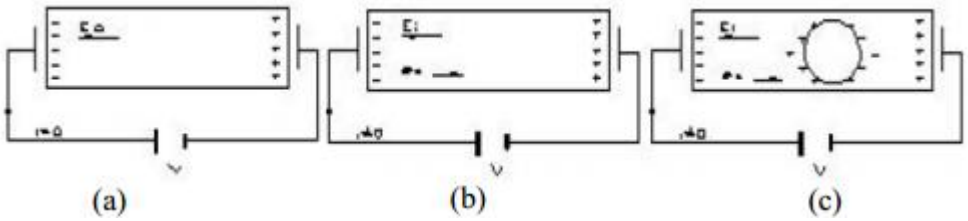
Tanaman sayuran, seperti halnya bawang merah dan kubis, di lahan pasir pantai sering mengalami gagal panen akibat *ngoser* yaitu mati mendadak dan serempak dan biasanya tidak dapat tertolong lagi akibat perubahan cuaca yang mendadak (drastis) terutama pada masa sekarang ini. Pada bulan tertentu (yang dikenal masa pancaroba), suhu udara (39 ^{o}C) 2 dan suhu tanah sangat tinggi (44 ^{o}C) serta kelembaban udara rendah 36% (Saparso, 2008) sehingga penyiraman mendominasi biaya produksi tanarnan hortkultura di lahan pesisir pantai (Kertonegoro, 2003).

Perubahan iklim dan cuaca yang tidak menentu, dan sifat fisik lahan pasir yang memiliki perkolasi yang sangat tinggi dan daya pegang air yang rendah mengharuskan petani menjaga ketersediaan air pada lahan melalui Penyiraman tanaman secara intensif agar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan terhindar dari *ngoser*. Selain itu, petani juga perlu sering memantau kondisi kelembaban tanah. Apabila dianggap perlu petani akan melakukan penyiraman yang lebih intensif dari biasanya. Keterbatasan memperoleh tenaga kerja juga menyebabkan petani tidak dapat mengembangkan kapasitas usahanya. Kebanyakan teknik penyiramannya pun masih sangat konvensional dan tradisional, menggunakan gembor. Sehingga sangat membatasi kemampuan seorang petani mengelola lahan yang lebih luas. Oleh karena itu kehadiran teknologi pemberian air dan (irigasi) secara otomatis berdasarkan kondisi lapang dapat mendorong pemanfaatan sumberdaya baik air, energi dan tenaga manusia yang efektif dan efisien yang sinergi dengan kemampuan masyarakat melalui sistem produksi organik berbasis sumberdaya lokal.

1.2 Tinjauan Pustaka

Tanah sebagai suatu sistem dapat dimodelkan dengan sifat dielektrik, semi-isolator dan porositas, seperti diilustrasikan pada Gambar 1. Apabila di antara kedua plat disisipi bahan dielektrik maka akan terjadi dipole dalam bahan tersebut, di mana distribusi muatan akan menumpuk pada ujung-ujung dielektrik, sementara pada bahan tidak akan terjadi aliran arus listrik (i=0), ditunjukkan Gambar 1(a). Hal ini disebabkan karena sistem hanya memiliki dielektrik dan bahan tidak mengandung elektron bebas. Medan listrik pada sistem ini hanya menimbulkan polarisasi dan

tidak terjadi mobilitas muatan sehingga arus listrikpun tidak mengalir. Apabila dalam bahan terdapat muatan bebas, ehadiran medan listrik akan menimbulkan arus istrik (i=0) seperti terlihat pada Gambar 1(b) dan 1(c). Gambar 1(b) memperlihatkan suatu sistem di mana bahan dipandang sebagai dielektrik homogen dan terdapat sedikit muatan bebas, sehingga dikenal sebagai bahan semi-isolator atau bahan konduktor denga konduktivitas rendah. Gambar 1(c) mewakili bahan semi-isolator yang dilengkapi dengan pori-pori yang terdistribusi merata pada bahan (Hermawan, 2004).



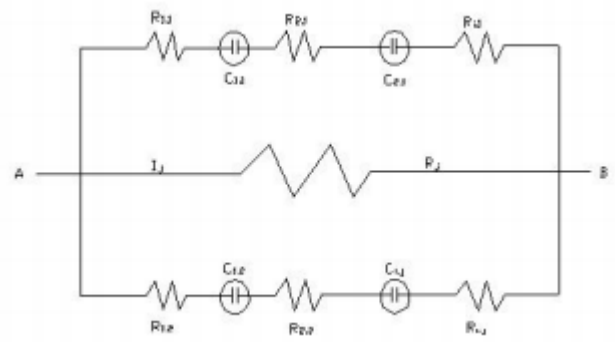
Gambar 1. (a). Bahan dielektrik, (b). Semi-silator, (c). Porositas (Hermawan, 2004)

Pada bahan semi-isolator berpori ini, distribusi muatan setelah dipengaruhi medan listrik E tidak hanya terkonsentrasi pada permukaan dari ujung-ujung bahan, tetapi juga terdistribusi pada permukaan luar pori. Apabila pori tersebut kosong (hanya berisi udara) maka pori bersifat dielektrik sempurna, sedangkan bila erisi air atau molekul lain maka muatan air dan molekul lain tersebut akan memberikan kontribusi muatan atau dipole di permukaan pori.

Sebagai media berpori, tanah dapat dimodelkan sebagai rangkaian resistor R yang mewakili konduktivitas dan kapasitor C yang mewakili porositas sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1. Dengan menginjeksikan listrik dari A ke B pada frekuensi tertentu maka dapat ditentukan impedensi (Z) sebagai kontribusi kapasitor dalam sampel tanah. Hasil penelitian Hermawan (2000a; 2000b) menunjukkan bahwa listrik yang diinjeksikan pada frekuensi 1 sampai 5 kHz paling responsif terhadap perubahan karakeristik tanah.

Dimensi sampel dinyatakan dengan luas penampang dan panjang yang sebanding dengan jumlah pori (C) dan resisten (R). Setiap pori diwakili oleh satu kapasitor dan antara kapasitor dibatasi oleh resistensi, Ri,j. Dari model pada Gambar 3 dapat dipahami bahwa apabila ujung A-B diberi beda potensial VAB maka arus listrik akan mengalir melalui Rj, sedangkan kapasitor Ci,j akan mengumpulkan muatan, tetapi pada cabang ini tidak mengalir arus.

Nilai impedensi Z berbanding lurus dengan produk dari resistensi R, sedangkan nilai R dipengaruhi oleh rasio antara air dan udara didalam pori C. Nilai R meningkat dengan semakin dominannya udara di dalam pori, karena udara merupakan penghantar listrik yang jelek. Dengan demikian, nilai Z juga berbanding lurus dengan proporsi udara dan berbanding terbalik dengan proporsi air yang ada di dalam pori. Berdasarkan teori di atas maka nilai Z meningkat dengan semakin rendahnya kadar air tanah yang diukur.



Gambar 2. Pemodelan sambungan R dan C pada tanah (Hermawan, 2004)

Masruki dkk. (2005), menggunakan teknik pengukuran kadar lengas dengan metode resistansi untuk pengukuran profil pembahasan tanah pada kejadian infiltrasi dan redistribusi menunjukkan bahwa kemampuan dari sensor blok gypsum sebagai sensor resistansi yang tidak stabil sehingga perlu dikembangkan metode lain yang mendapatkan sensor yang stabil agar didapat informasi atau data yang sesuai dengan kadar air.

Prinsip metode kapasitansi adalah memanfaatkan sifat bahan dilektrikum suatu material yang mempunyai nilai konstanta dielektrikum tertentu. Bahan dielektrikum adalah bahan yang dapat menyimpan sejumlah muatan listrik dan tanah merupakan bahan dielektrikum. Kadar air (lengas) yang terkandung dalam tanah akan mempengaruhi konstanta dieletrikumnya dan menentukan besarnya nilai kapasitansi dari sensor.

Prinsip rangkaian jembatan *wheatstone* dengan kapasitansi sebagai variabel yang berubah-ubah dan pembangkit sinyal (osilator) dapat digunakan sebagai unit sensor kadar air. Keluaran dari rangkaian wheatstone masih berupa sinyal arus bolak-balik yang lemah, oleh karena itu perlu diolah dalam unit pengkondisi sinyal yaitu

penguat opamp, *AC to DC converter*, dan pengemudi sinyal, sehingga dihasilkan sinyal arus searah yang kuat dan dapat diolah lebih lanjut.

Keluaran dari rangkaian unit sensor besarnya tergantung nilai kapasitansi sensor yang ditanam dalam tanah. Respon keluaran rangkaian kemudian dibandingkan/dikalibrasi dengan pengukuran lengas tanah dengan metode gravimetri. Sehingga didapatkan suatu persamaan kalibrasi untuk pengukuran kadar air menggunakan metode kapasitansi. Agar 10 persamaan kalibrasi tersebut mudah diaplikasikan maka data yang dihasilkan dimasukkan dan diolah dalam sebuah *personal computer* (PC) dengan bantuan program perangkat lunak dan sebuah *interface* unit sehingga dapat melakukan pengukuran dan pembacaan dengan akurat, cepat, terekam, dan dapat dilakukan pengukuran di lebih dari satu titik dalam waktu bersamaan.

Pesisir Indonesia memiliki karakter yang cukup unik, mulai dari berbatu (krakal), pasir sampai lahan gambut. Selain itu, terdapat struktur pantai yang curam dan landai sebagai contoh, sepanjang perairan pantai selatan jawa memiliki struktur pantai yang curam dengan ombak yang cukup besar. Hal ini sangat berbeda dengan struktur pantai utara jawa yang relatif landai yang banyak ditemukan daerah gambut.

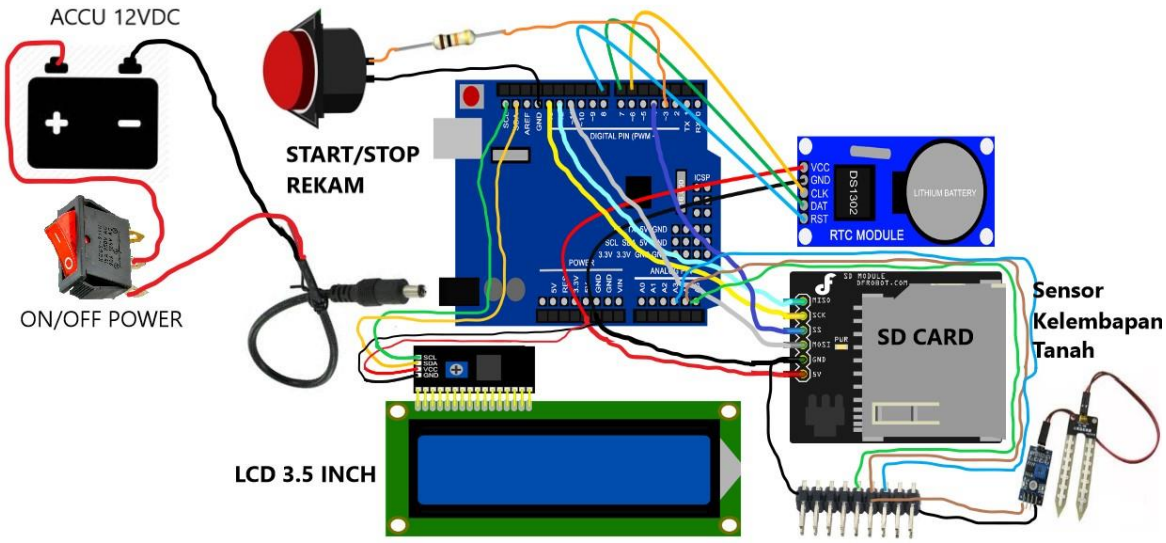
Struktur pesisir dengan lahan gambut memiliki potensi pemanfaatan yang cukup luas dan memiliki ekonomi yang cukup tinggi. Lahan gambut memiliki biota perairan yang khas serta dapat dimanfaatkan sebagai hutan mangrove yang mampu memberikan nilai ekonomi dan menjaga ekosistem pesisir. Tanah gambut atau Histosol didifinisikan sebagai tanah yang mengandung bahan organik lebih dari 20 % (bila tanah tidak mengandung liat), bila tanah mengandung liat 60 % atau lebih maka kandungan bahan organik tanah lebih dari 30 % dan memiliki ketebalan lebih dari 40 cm.

BAGIAN 2 PERANCANGAN

2.1 Metode perancangan

Metode penelitian yang digunakan adalah metode riset dan pengembangan yang akan menghasilkan produk berupa prototipe alat monitoring kelembaban tanah. Dalam metode ini akan dirancang bangun alat monitoring kelembaban tanah menggunakan sensor *dual paralel-plat probe* terbuat dari papan berlapis tembaga dan perak yang dibentuk semacam stick.

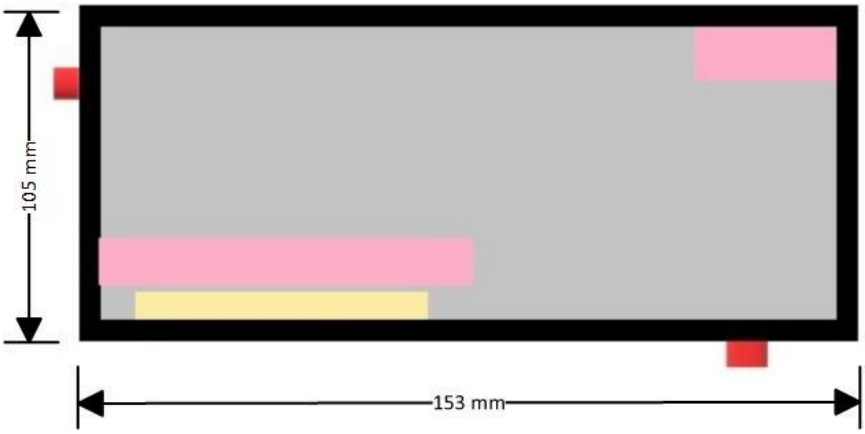
2.2 Gambar Rangkaian dan *wiring* alat



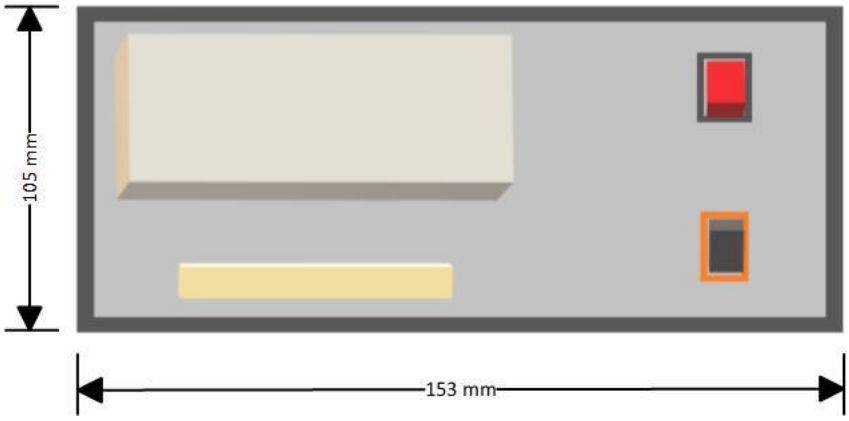
Gambar 3 Wiring Alat Deteksi kelembapan tanah

2.3 Desain *Casing* Alat

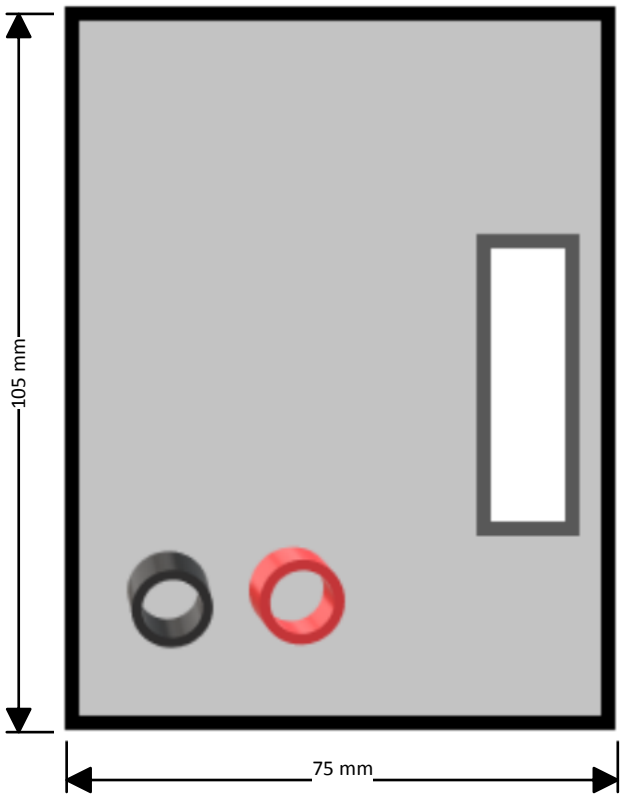
Casing alat digunakan untuk memasukkan semua alat dan bahan menjadi satu alat yang bersifat portable, yang terdiri dari LCD, batteray, *push botton*,sensor sentuh, mikroprosesor, relay, charger dan lainnya, berikut adalah gambar rancangan casing alat;



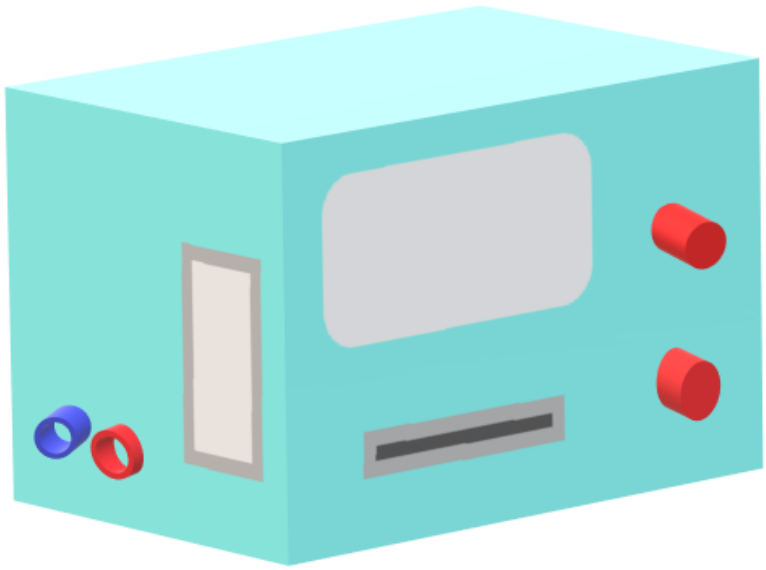
Gambar 4 Desain casing dilihat dari atas



Gambar 5 Desain casing dilihat dari depan



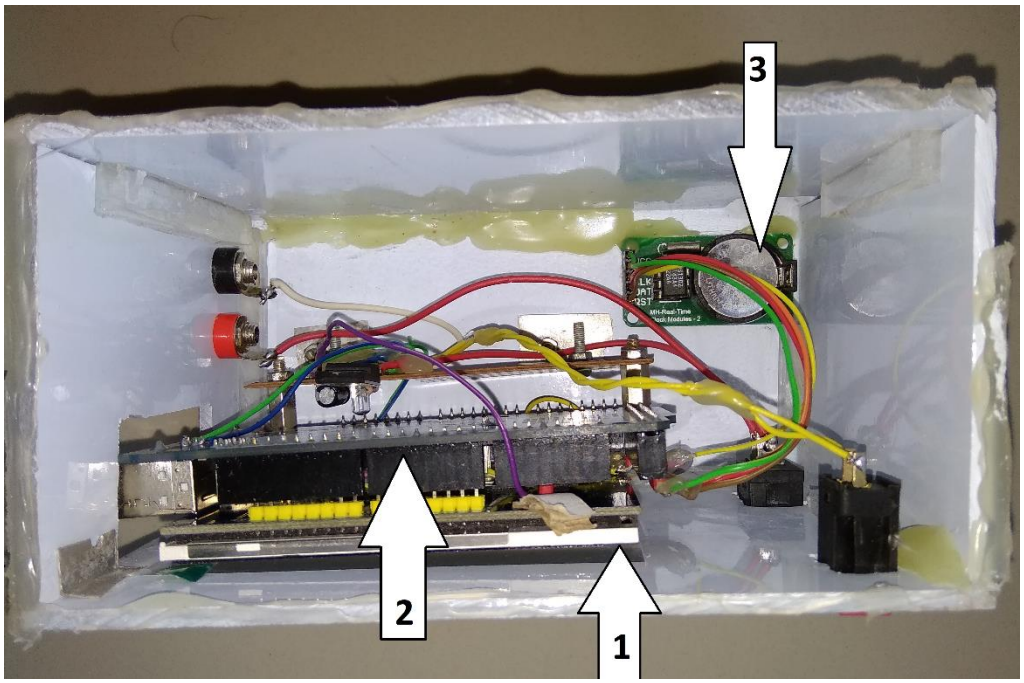
Gambar 6 Desain casing dilihat dari samping



Gambar 7 Desain casing dilihat dari depan sisi depan dan samping

2.4 Foto Alat yang Sudah Jadi

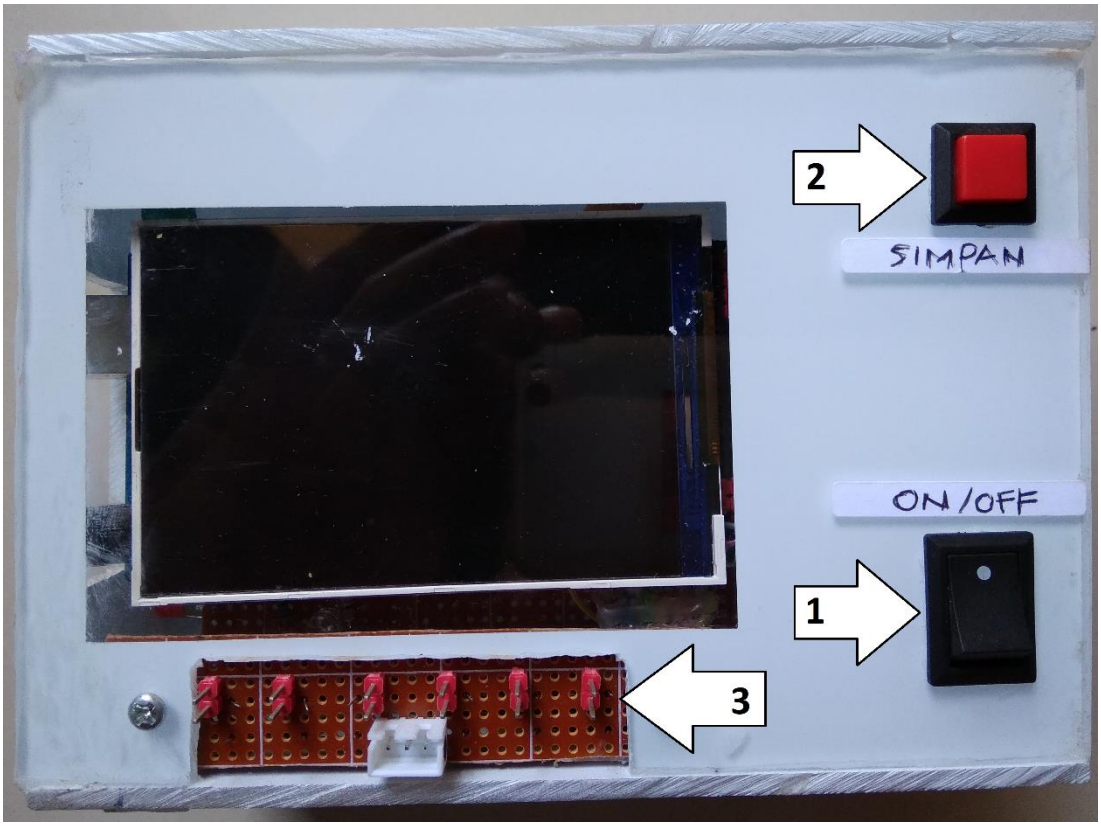
a)



(b)

Keterangan :

1. LCD/Monitor
2. Arduino
3. RTC



(c)

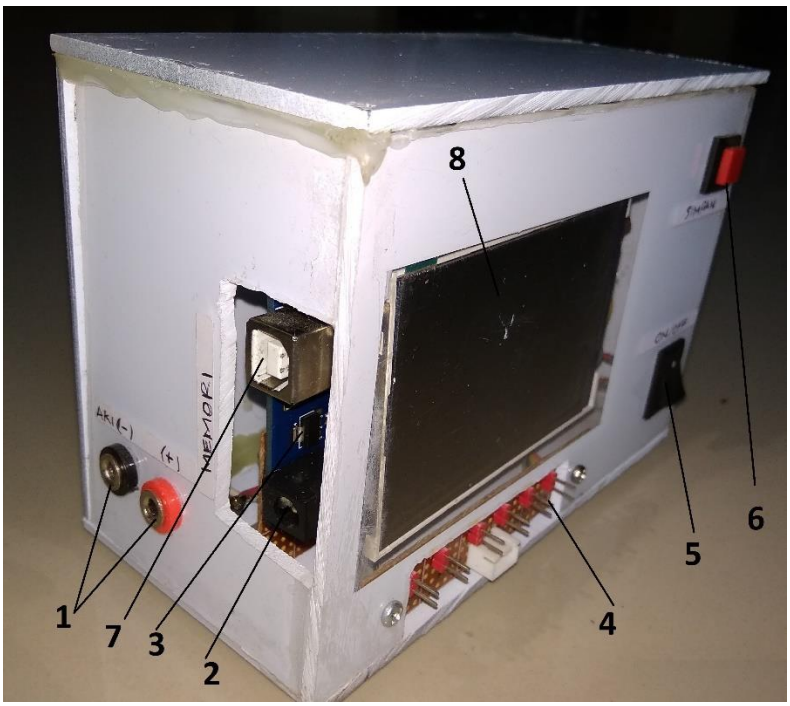
Keterangan :

1. Tombol ON/OFF alat kelembapan tanah
2. Tombol ON/OFF simpan
3. Terminal probe sensor

Gambar 8 Alat monitoring kelembapan tanah; (a) gambar alat keseluruhan, (b) bagian alat, (c) tombol pada alat (kelembapan tanah)

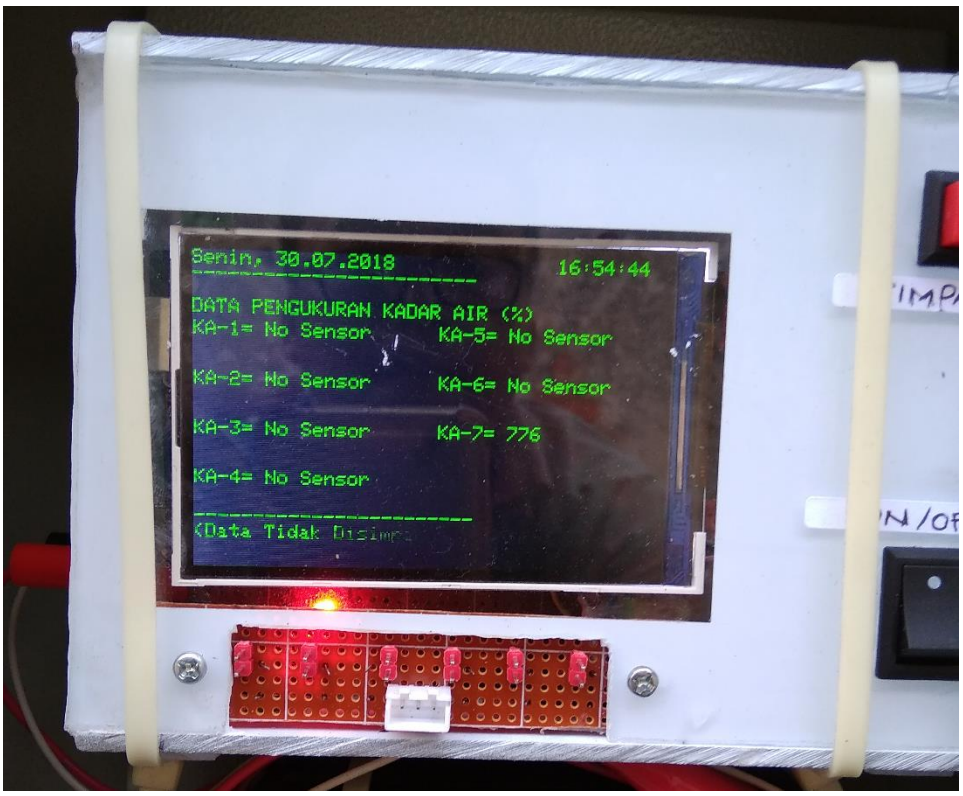
BAGIAN 3 PANDUAN PENGGUNAAN

3.1 Pengenalan Hardware

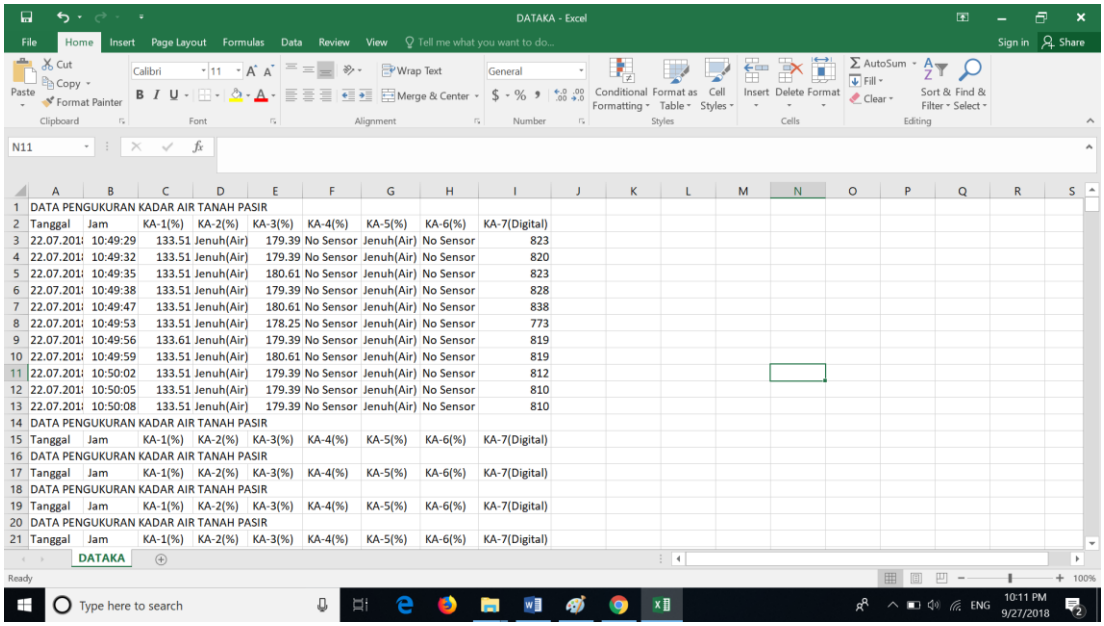


1. Konektor power supply 12 VDC / ACCU
2. Konektor power supply 12 VDC / Adaptor
3. Memory / SD Card
4. Konektor sensor kelembapan tanah dengan menggunakan dual probe
5. Saklar ON/OFF
6. Saklar ON/OFF penyimpanan data
7. Usb serial / programming arduino
8. LCD 6 x 16

3.2 Prosedur Penggunaan



1. Sambungkan accu ke konektor accu 12 VDC
2. Pasangkan kabel sensor kelembapan tanah pada konektor sensor
3. Tanam sensor kedalam tanah
4. Hidupkan saklar ON/OFF pada posisi ON
5. Selanjutnya data pengukuran kadar air akan terlihat pada LCD
6. Apabila data akan disimpan maka Tombol Simpan di tekan.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	DATA PENGUKURAN KADAR AIR TANAH PASIR								
2	Tanggal	Jam	KA-1(%)	KA-2(%)	KA-3(%)	KA-4(%)	KA-5(%)	KA-6(%)	KA-7(Digital)
3	22.07.201:	10:49:29	133.51	Jenuh(Air)	179.39	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	823
4	22.07.201:	10:49:32	133.51	Jenuh(Air)	179.39	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	820
5	22.07.201:	10:49:35	133.51	Jenuh(Air)	180.61	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	823
6	22.07.201:	10:49:38	133.51	Jenuh(Air)	179.39	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	828
7	22.07.201:	10:49:47	133.51	Jenuh(Air)	180.61	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	838
8	22.07.201:	10:49:53	133.51	Jenuh(Air)	178.25	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	773
9	22.07.201:	10:49:56	133.61	Jenuh(Air)	179.39	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	819
10	22.07.201:	10:49:59	133.51	Jenuh(Air)	180.61	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	819
11	22.07.201:	10:50:02	133.51	Jenuh(Air)	179.39	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	812
12	22.07.201:	10:50:05	133.51	Jenuh(Air)	179.39	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	810
13	22.07.201:	10:50:08	133.51	Jenuh(Air)	179.39	No Sensor	Jenuh(Air)	No Sensor	810
14	DATA PENGUKURAN KADAR AIR TANAH PASIR								
15	Tanggal	Jam	KA-1(%)	KA-2(%)	KA-3(%)	KA-4(%)	KA-5(%)	KA-6(%)	KA-7(Digital)
16	DATA PENGUKURAN KADAR AIR TANAH PASIR								
17	Tanggal	Jam	KA-1(%)	KA-2(%)	KA-3(%)	KA-4(%)	KA-5(%)	KA-6(%)	KA-7(Digital)
18	DATA PENGUKURAN KADAR AIR TANAH PASIR								
19	Tanggal	Jam	KA-1(%)	KA-2(%)	KA-3(%)	KA-4(%)	KA-5(%)	KA-6(%)	KA-7(Digital)
20	DATA PENGUKURAN KADAR AIR TANAH PASIR								
21	Tanggal	Jam	KA-1(%)	KA-2(%)	KA-3(%)	KA-4(%)	KA-5(%)	KA-6(%)	KA-7(Digital)

Pada tampilan tabel diatas ditunjukkan kadar prosentase dari kelembapan tanah yang terekam .

DAFTAR PUSTAKA

Adiyogo, W. 1999. Pola Pertumbuhan Produksi Beberapa Jenis Sayuran di Indonesia. *J. Hort.9(3):* 258-265.

Ambarwati, E., dan P. Yudono. 2003. Keragaan Stabilitas Hasil Bawang Merah. *Ilmu Pertanian*. Vol. 10(2):1-10.

Anna, A.N., Suharjo, Kaeksi, R.W., 2010. Perencanaan Tataguna Lahan Wilayah Pesisir Berdasarkan Proses Abrasi Di Pesisir Utara Jepara. Seminar Nasional-PJ dan SIG I.

Hermawan, B. 2000a. Korelasi antara berat volume dan impedensi listrik pada tanah Podsolik: I. Percobaan di Laboratorium. JIPI. 2 (5): 60-67.

Hermawan, B. 2000b. Korelasi antara berat volume dan impedensi listrik pada tanah Podsolik: II. Percobaan di Lapangan. JIPI. 2 (5): 68-74.

Hermawan, B. 2004. Penetapan Kadar Air Tanah Melalui Pengukuran Sifat Dielektrik Pada Berbagai Tingkat Kepadatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 6, No. 2. Hal:66 – 74.

Kertonegoro, B.J. 2003. Pengembangan Budidaya Tanaman Sayuran dan Hortikultura pada Lahan

Rahmanto, B. 2004. *Studi Agribisnis Kubis di Sumatera Barat*. ICASERD Working Paper No. 52. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian (ICASERD). Balitbang Pertanian, Departemen Pertanian.

Rejeki, S., 2011. Pemanfaatan Perairan Pantai Terabrasi Pasca Penanganan untuk Budidaya Laut (Kasus di Dukuh Morosari, Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Demak, Jawa Tengah). Disertasi. Unviersitas Diponegoro Semarang.

Salikin, K.A. 2003. *Sistem Pertanian Berkelanjutan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Saparso dan A. Sudarmaji. 2012. *Teknologi Efisiensi Pemanfaatan Air Otomat Berbasis Sensor Variabel Kapasitansi dalam Sistem Produksi Bawang Merah Organik di Lahan Pasir Pantai*. Laporan Penelitian Tahun ke-1 Hibah Kompetensi, DIPA-DIKTI 2012.

Saparso dan A.S.D. Puwantono. 2015. Pengembangan Fertigasi Berbasis Pengelolaan Hara Terpadu Dalam Sistem Produksi Tanaman Sayuran di Lahan Pasir Pantai (Tahun I). Laporan Akhir Hibah Strategis Nasional Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Ditjen Riset dan Pengembangan Inovasi, Kemnristekdikti RI.

Saparso dan A.S.D. Puwantono. 2015. Pengembangan Fertigasi Berbasis Pengelolaan Hara Terpadu Dalam Sistem Produksi Tanaman Sayuran di Lahan Pasir Pantai (Pertumbuhan Tanaman Sayuran dan Dinamika Karakter Tanah pada Berbagai Interval Fertigasi dan Pemberian Pembenah Tanah Di Lahan Pasir Pantai, Tahun II). Laporan Akhir Hibah Strategis Nasional Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Ditjen Riset dan Pengembangan Inovasi, Kemnristekdikti RI.

Saparso, Rostaman dan Y. Ramadhani. 2014. *Simulasi Teknologi Otomatisasi dan Alih Teknologi Pemanfatan Air Pada system Produksi Bawang Merah Organik di Lahan Pasir Pantai*. Laporan Peneltian Hibah Kompetensi, Ditjen Dikti Kemendiknas RI.

Saparso. 2008. Ekofisiologi Tanaman Kubis Bawah Naungan dan Pemberian Bahan Pembenah Tanah di Lahan Pasir Pantai. Disertasi-S3 Sekolah Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta. 277 hal.

Saparso. 2010. *Efisiensi Bahan Pembenah Tanah dan Pupuk Nitrogen dalam Sistem Produksi Semiorganik Tanaman Kubis Bunga Guna Mendukung Agrowisata Desa Pesisir Tropis*. Laporan Hibah Penelitian DIPA UNSOED Tahun Anggaran 2010, Pusat Pengembangan Teknologi, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.

Sudarmaji, A dan P.H. Kuncoro. 2007. *Perancangan Sistem Pengukuran Lengas Tanah Dengan Metode Kapasitansi Berbasis Komputer Menggunakan Teknik Interfacing*. Laporan Penelitian Muda DIKTI 2007.

Sukrisno, Mashudi, A.B. Supangat, Sunaryo dan D. Subaktini. 2000. Pengembangan Potensi Lahan Pantai Berpasir dengan Budidaya Tanaman Semusim di Pantai Selatan Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Ekosistem Pantai dan Pulau-pulau Kecil dalamKonteks Negara Kepulauan. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta 2 September 2000.*