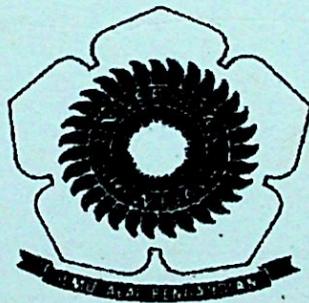


**OTOMATISASI ALAT PENYIRAM TANAMAN
DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER**

Oleh
NURMUHAMMAD



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

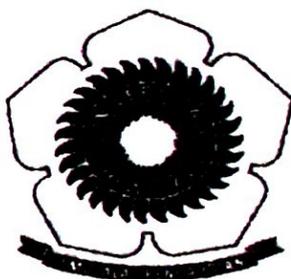
**INDRALAYA
2010**

631.558 of
nur
e-60717
2do

**OTOMATISASI ALAT PENYIRAM TANAMAN
DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER**



**Oleh
NURMUHAMMAD**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2010**

SUMMARY

NURMUHAMMAD. The Automatization of Crop Watering Equipment by Using Microcontroller (Supervised by **ENDO ARGO KUNCORO** and **EDWARD SALEH**).

The research objective was to produce an automatic crop watering equipment by using a microcontroller. It was conducted from May to November 2009 at Instrumentation Laboratory of Agricultural Engineering, Agricultural Technology Department and at Soil Physics Laboratory of Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Indralaya.

The method used in this study was consisted of equipment design and equipment testing. The equipment design was comprised of data acquisition assembly using AVR ATmega8535 microcontroller, program development for water pump automatization, program downloaded into microcontroller, and sensor calibration. The equipment testing was done on three soil types with two treatment based on their soil water content of less than 60% and more than 60%. The water pump would not operate if microcontroller had detected saturation water content and available water content ; on the other hand, if microcontroller had detected unavailable water content, then the water pump would be operated to water the plants until the soil had available water content (ideal water content) for plant growth.

The results showed that the equipment worked well according to development-program in which the equipment would watering the soil that had water content of less than 60% and stop watering the soil that had water content of 60%. The operational mode of this equipment could be changed according to the

downloaded-program and it had high sensitivity on soil having porosity higher than 60 cm.h^{-1} . It had different time-response to the change of water content during watering process. It needed 1 minute and 5 seconds on soil having porosity of 75.07 cm.h^{-1} , 1 minute and 11 seconds on soil having porosity of 67.37 cm.h^{-1} , and 2 minute and 2 seconds on soil having porosity of 58.31 cm.h^{-1} , respectively.

RINGKASAN

NURMUHAMMAD. Otomatisasi Alat Penyiram Tanaman dengan Menggunakan Mikrokontroler (Dibimbing oleh **ENDO ARGO KUNCORO** dan **EDWARD SALEH**).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan alat penyiram tanaman secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Mei 2009 sampai Nopember 2009, bertempat di Laboratorium Instrumentasi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian dan di Laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Metode penelitian ini terdiri dari dua tahap, berupa perancangan alat dan pengujian alat. Perancangan alat meliputi perangkaian akuisisi data dengan mikrokontroler AVR ATmega8535, pembuatan program untuk otomatisasi pompa air, pengunduhan program kedalam mikrokontroler, serta kalibrasi sensor. Pengujian alat dilakukan pada tiga jenis tanah, yang diberi dua perlakuan berdasarkan tingkat kadar airnya, yaitu kadar air lebih kecil 60% dan kadar air lebih besar 60%. Apabila mikrokontroler mendeteksi kadar air jenuh dan kadar air tersedia maka pompa air tidak berkerja, dan apabila mikrokontroler mendeteksi kadar air tidak tersedia maka pompa akan bekerja menyiram tanaman sampai tanah tersebut memiliki kadar air tersedia (kadar air ideal) untuk pertumbuhan tanaman.

Hasil pengamatan dan uji coba menunjukkan bahwa alat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat, alat menyiram pada kadar air tanah lebih kecil 60% dan berhenti menyiram saat tanah telah mencapai kadar air 60%, cara kerja alat ini dapat

berubah – ubah sesuai dengan program yang diunduh dan alat ini memiliki sensitifitas yang tinggi pada tanah yang mempunyai porositas lebih besar 60 cm/jam. Alat mempunyai respon waktu yang berbeda-beda terhadap perubahan kadar air pada saat dilakukan penyiraman. Pada tanah A₁ dengan porositas 75,07 cm/jam dibutuhkan waktu 1 menit 5 detik, pada tanah B₁ dengan porositas 67,37 cm/jam dibutuhkan waktu 1 menit 11 detik, dan pada tanah C₁ dengan porositas 58,31 cm/jam dibutuhkan waktu 2 menit 2 detik pompa untuk menyiram tanah.

**OTOMATISASI ALAT PENYIRAM TANAMAN
DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER**

**Oleh
NURMUHAMMAD**

SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

pada
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

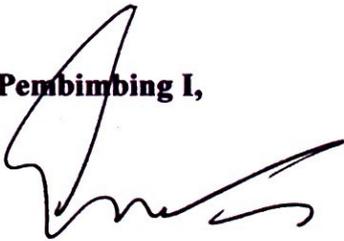
INDRALAYA
2010

Skripsi
OTOMATISASI ALAT PENYIRAM TANAMAN
DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

Oleh
NURMUHAMMAD
05053106023

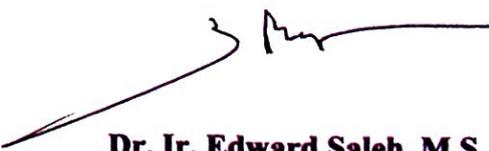
telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

Pembimbing I,



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr

Pembimbing II,

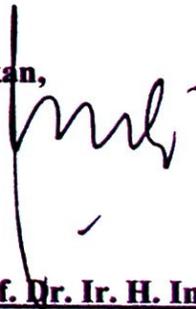


Dr. Ir. Edward Saleh, M.S

Indralaya, April 2010

Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Dekan,



Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S.
NIP. 19521028 197503 1 001

Skripsi berjudul "Otomatisasi Alat Penyiram Tanaman dengan Menggunakan Mikrokontroler" oleh Nurmuhammad telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 15 Maret 2010.

Komisi Penguji

1. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr

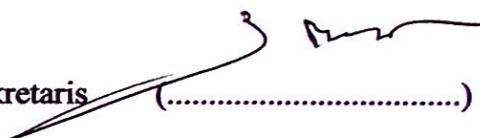
Ketua



(.....)

2. Dr. Ir. Edward Saleh, M.S

Sekretaris



(.....)

3. Ir. K. H. Iskandar, M.Si

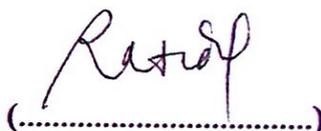
Anggota



(.....)

4. Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S

Anggota



(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian



Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr
NIP. 19600802 198703 1 004

Indralaya,²² April 2010

Mengesahkan,
Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



Hilda Agustina, S.T.P, M.Si
NIP. 19770823 200212 2 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya adalah hasil penelitian atau investigasi saya sendiri dengan dosen pembimbing dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar kesarjanaan yang sama di tempat lain.

Indralaya, April 2010

Yang membuat pernyataan



Nurmuhammad

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kayu Agung pada tanggal 11 Oktober 1987, merupakan putra ketiga dari lima bersaudara, dari pasangan Hasan Basri dan Junaidah.

Pendidikan Sekolah Dasar selesai pada tahun 1999 di SD Negeri 4 Kayu Agung, pendidikan Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama selesai pada tahun 2002 di SLTP Negeri 1 Kayu Agung, dan pendidikan Sekolah Menengah Umum selesai pada tahun 2005 di SMU Negeri 1 Kayu Agung.

Sejak tahun 2005 tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB). Kegiatan organisasi yang pernah diikuti yaitu sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT beserta Nabi Besar junjungan umat Muhammad SAW yang telah memberikan kekuatan dan ketabahan sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya atas bantuan moril maupun materil kepada yang terhormat :

1. Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian Dr. Ir. Hersyamsi, M. Agr.,
4. Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Ir. Rahmad Hari Purnomo, M. Si.
5. Ketua Program Studi Teknik Pertanian Hilda Agustina, STP, M. Si.
6. Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr sebagai Dosen Pembimbing Pertama yang telah sabar membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini serta memberikan arahan selama penelitian.
7. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S sebagai Dosen Pembimbing Kedua dan Pembimbing Akademik yang telah sabar membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini serta memberikan arahan selama penelitian.
8. Bapak Ir. K. H. Iskandar, M.Si sebagai Dosen Penguji dan Pembahas makalah seminar.
9. Ibu Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S sebagai Dosen Penguji dan Pembahas makalah seminar.

10. Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan pada penulis.
11. Kak Is, Mbak Ana, dan Kak Jhon yang telah banyak membantu segala urusan administrasi di Jurusan Teknologi Pertanian.

Akhirnya penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tiada terhingga kepada semua pihak yang telah mendo'kan, membantu dan memberikan dorongan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, Semoga Allah SWT memberkati kita semua, Amin.

Inderalaya, Maret 2010

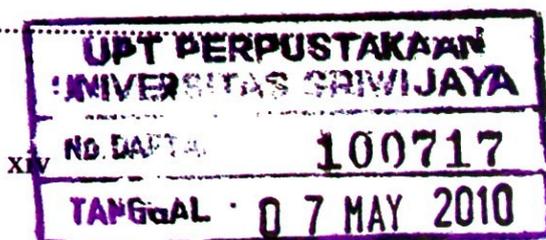
Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

1. Yang terhormat, termulia dan tercinta Ayah dan Ibu yang tiada lelah berdoa dan berupaya untuk satu kesuksesanku.
2. Kepada seluruh keluarga besarku, yang memberikan motivasi, spirit, dan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini, serta nasihat-nasihat terbaik untuk hidupku.
3. Teman, kakak, dan sahabat terbaikku, Hendra, Erwin, Dedi, Ocha, Ade, Dayat, Angga, Masni, Damba, kak Ridho serta rekan-rekan seperjuangan TP'05 lainnya,
4. Guru-guru, dan semua orang yang telah membantuku melalui setiap masa untuk selalu belajar dan menjadi orang yang lebih baik.
5. Keluarga besar HIMATETA, TEKPER, dan ALMAMATER yang telah memberikanku pengetahuan dan selalu menjadi yang terbaik.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| KATA PENGANTAR..... | xv |
| DAFTAR TABEL..... | xvi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| I. PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Tujuan | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| A. Air Tanah..... | 4 |
| B. Mikrokontroler | 6 |
| C. Sensor | 13 |
| D. Bahasa Pemrograman Mikrokontroller..... | 19 |
| E. Pompa Air | 23 |
| III. PELAKSANAAN PENELITIAN | |
| A. Tempat dan Waktu | 25 |
| B. Alat dan Bahan | 25 |
| C. Metode Penelitian | 25 |
| D. Cara Kerja | 26 |
| E. Parameter yang Diamati | 28 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| A. Tahap Perancangan..... | 29 |



| | |
|-------------------------------|----|
| B. Tahap Pengujian Alat | 40 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| A. Kesimpulan..... | 43 |
| B. Saran | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 44 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| 1. Keterangan tombol-tombol dari program BASCOM AVR | 20 |
| 2. Keterangan menu pilihan..... | 21 |
| 3. Hasil uji karakteristik sensor kelembaban H808H5V6 | 38 |
| 4. Hasil uji tekstur tanah di Laboratorium kimia, biologi dan kesuburan tanah..... | 41 |
| 5. Hasil uji alat dengan kadar air tanah yang sudah diketahui. | 42 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 1. Mikrokontroler ATmega8535..... | 9 |
| 2. Diagram Blok ATmega8535..... | 10 |
| 3. Konfigurasi Pin ATmega8535..... | 12 |
| 4. Keluaran dan transduser sensor panas..... | 16 |
| 5. Sensor 808H5V6..... | 18 |
| 6. Sensor HS12P/15P..... | 18 |
| 7. Jendela program BASCOM - AVR..... | 20 |
| 8. Jendela <i>Options BASCOM - AVR</i> | 21 |
| 9. Jendela program simulasi..... | 22 |
| 10. Diagram blok dari proses ADDA..... | 23 |
| 11. Diagram alir prose otomatisasi alat penyiram tanaman dengan menggunakan mikrokontroler..... | 27 |
| 12. Rangkaian otomatisasi alat penyiram tanaman dengan menggunakan mikrokontroler..... | 30 |
| 13. Tampilan awal SPI – Flash Programmer Version 3.7..... | 35 |
| 14. Jendela <i>SPI – Flash Programmer 3.7</i> | 36 |
| 15. Jendela pesan <i>signature</i> yang berhasil..... | 37 |
| 16. Jendela open file..... | 37 |
| 17. Jendela proses penulisan program..... | 38 |
| 18. Grafik hasil uji karakteristik sensor kelembaban H808H5V6..... | 39 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| 1. Gambar diagram blok perancangan otomatisasi alat penyiram tanaman dengan menggunakan mikrokontroler | 46 |
| 2. Gambar rangkaian otomatisasi alat penyiram tanaman dengan menggunakan mikrokontroler | 47 |
| 3. Gambar piktorial otomatisasi alat penyiram tanaman dengan menggunakan mikrokontroler | 48 |
| 4. Listing program sistem otomatisasi alat penyiram tanaman dengan menggunakan mikrokontroler | 49 |
| 5. Gambar grafik hasil uji | 51 |
| 6. Photo hasil uji coba alat | 52 |
| 7. Perhitungan Kadar Air Tanah..... | 54 |
| 8. Perhitungan persamaan regresi..... | 60 |
| 9. Hasil uji porositas ketiga sampel tanah di laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah..... | 62 |

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang secara fisik berfungsi sebagai tempat tumbuh berkembangnya perakaran tanaman, dan penopang tegak tumbuhnya tanaman serta menyuplai kebutuhan air dan udara. Secara kimiawi tanah berfungsi sebagai gudang dan penyuplai hara atau nutrisi (senyawa organik dan anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial seperti: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl); dan secara biologi tanah berfungsi sebagai habitat biota (organisme) yang berpartisipasi aktif dalam penyediaan hara tersebut dan zat-zat aditif (pemacu tumbuh, proteksi) bagi tanaman (Sutanto, 2005).

Tanaman selalu membutuhkan air menurut masa vegetatifnya, karena pada masa itulah tanaman terbentuk dan justru tanaman sendirilah yang banyak mengandung air, bukan pada bijinya. Apabila masa-masa mudanya tanaman mengalami kekurangan air, maka mengakibatkan sangat merosotnya hasil yang tak dapat diperbaiki. Karena tanaman sangat peka terhadap kekurangan air pada masa mudanya. Hal itu air berfungsi sebagai penyusun tubuh tanaman (70%-90%), pelarut dan medium reaksi biokimia, medium transpor senyawa, memberikan turgor bagi sel (penting untuk pembelahan sel dan pembesaran sel), bahan baku fotosintesis dan menjaga suhu tanaman supaya konstan (Suhardi, 1985).

Salah satu usaha untuk menjaga ketersediaan air pada tanah diperlukan usaha penyiraman pada tanah, dan hal ini dilakukan berdasarkan tingkat kelembaban dilahan tersebut. Pemberiaan biasanya dilakukan secara manual oleh manusia atau

bantuan operator, dan air yang diberikan tidak memenuhi kadar air ideal tanah sehingga air terbuang percuma dan akhirnya tanah jenuh akan air.

Sistem pengukuran dan pengontrolan lingkungan semakin berperan penting bagi kehidupan manusia sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sistem ini sangat membantu pekerjaan manusia, baik yang bersifat monoton dan kontinyu maupun yang dinamis dan sensitif. Sistem pengontrol diterapkan sebagai pengontrol proses yang mengubah masukan berupa energi non-listrik menjadi besaran listrik agar dapat diolah secara analog maupun digital (Sugiharto, 2002).

Menurut Katsuhiko (1997), perubahan teknologi untuk mencapai hasil yang maksimal terus dilakukan. Perkembangan teknologi yang semakin pesat di masa kini, khususnya di bidang elektronika, memacu terciptanya pengontrol otomatis. Suatu sistem kendali yang dahulu menggunakan teknologi manusia kini diganti dengan pengendalian konvensional yang selanjutnya berkembang menjadi pengendali otomatis yang dapat diprogram sesuai dengan perintah. Menurut Apriyani (2007), perkembangan ilmu pengetahuan yang semakin pesat menyebabkan teknologi berubah dengan cepat. Perkembangan teknologi telah menciptakan berbagai alat yang dapat mempermudah kegiatan manusia sehari-hari.

Menurut Budiharto (2006), beberapa proses yang membutuhkan sistem pengontrolan dapat diatasi dengan kemajuan sistem instrumentasi yang didukung oleh kemajuan teknologi komputer. Salah satu elemen penting sistem instrumentasi adalah sensor, yaitu suatu alat yang berfungsi mengukur besaran tertentu (kuantitas) seperti suhu, kelembaban, cahaya, dan gelombang suara.

Menurut Katsuhiko (1997), sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur, atau merekam sifat-sifat fisik dan merespon informasi transmisi, perubahan bentuk, atau kontrol suatu operasi. Sensor sebagai sistem pengaturan berfungsi merespon kuantitas fisik. Respon tersebut akan dikonversikan oleh transduser dari sinyal sensor menjadi sinyal listrik. Sehingga suatu sistem kerja alat dapat dikontrol secara otomatis dengan mengaplikasikan sensor pada alat yang akan digunakan.

Oleh sebab itu perlu dirancang sistem kontrol untuk menyiram tanaman secara otomatis berdasarkan tingkat kelembababn lahan tersebut. Sistem kendali penyiraman ini digunakan untuk menyiram tanaman secara otomatis yang berguna sebagai upaya menjaga kadar air tersedia pada tanah serta menjaga kelembaban tanah. Dibutuhkan IC mikrokontroler ATMega8535 sebagai pengendali utama agar alat dapat bekerja secara otomatis. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat mengurangi beban kerja manusia.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat penyiram tanaman secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, M. 2007. *BASCOM AVR/805* (<http://www.mcselec.com>, diunduh pada tanggal 23 Februari 2009).
- Anonim. 2008. *Sensor dan Pengkonversian Data* (<http://www.ee.ui.edu/>, diunduh pada tanggal 2 Juni 2009).
- Budiharto, W. 2006. *Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Budiharto, W. 2007. *Akuisisi Data 8 ch dengan AVR ATmega8535 dan LCD* ([http://innovative electronics.com/](http://innovativeelectronics.com/), diunduh pada tanggal 20 Juni 2009).
- Christianto. 2007. *Belajar Mikrokontroler 1 (Dasar Pemrograman MCS51)* (<http://www.mcselectronic.com/>, diunduh pada tanggal 20 Juni 2009).
- Davidson, J. 1996. *Process Pump Selection I. Guardes for Process Industries*. Inggris.
- Goeswono, S. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. IPB. Bogor.
- Gultom, Nurida dan Dewanto. 1997. *Pemrosesan Sinyal Digital*. PT. Prendallindo. Jakarta.
- Hakim et. 1986. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. UGM. Yogyakarta.
- Hanafiah, Kemas Ali, 2004. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta.
- Hardjosentono, M. 1995. *Mesin-Mesin Pertanian*. CV. Yasaguna. Jakarta
- Joaldera. 2008. *ATmega8535* (<http://dunia elektronik.com/>, diunduh pada tanggal 2 Juni 2009).
- Jundullah. 2008. *Sensor dan Transduser* (<http://Jundullah word.press.com/>, diunduh pada tanggal 9 Mei 2009).
- Katsuhiko, O. 1997. *Teknik Kontrol Automatik*. Erlangga. Jakarta.
- Kattasaputra. 1988. *Kerusakan Pertanian dan Usaha untuk Merehabilitasinya*. Bina Aksara. Jakarta.
- Lingga, W. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Andi. Yogyakarta.

- MCS Electronics. 2005. BASCOM AVR (<http://www.mcselec.com/>, diunduh pada tanggal 11 Juni 2009)
- Opi Homepage. 2008. *Sensor dan Transduser* (<http://opi.110mb.com/>, diunduh pada tanggal 9 Mei 2009).
- Sharon, dkk. 2008. *Sensor dan Transduser* (<http://Jundullahwordpress.com/>, diunduh pada tanggal 9 Mei 2009)
- Soetrisno, B. 1995. *Pompa*. Akademi Minyak dan Gas Bumi PTT Migas. Cepu.
- Sugiharto, A. 2002. *Penerapan Dasar Transduser dan Sensor*. Kanisius. Yogyakarta
- Suhardi. 1985. *Dasar-dasar Bercocok Tanam*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sutanto. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tim IE. 2007. *Aplikasi OP-01 Sebagai Pengukur Kelembaban Relatif dengan Sensor HS* (<http://delta-electronic.com/>, diunduh pada tanggal 20 November 2007).
- Tim IE, Arif Bambang, dan Arief Rachmadani. 2007. *DT-51 Application Note AN27-Weather Station I Temperature & Humidity* (<http://innovativeelectronics.com/>, diunduh pada tanggal 15 November 2007).
- Thiang. 2005. *Mikrokontroler dan Aplikasinya Secara Umum*. (<http://hiang@peter.petra.ac.id/>, diunduh 12 Juni 2009).
- William, D. C. 2007. *Sensor dan Transduser* (<http://lab.binus.ac.id/> diunduh pada tanggal 12 Desember 2007).