

OGI  
AN

**APLIKASI SENSOR ULTRASONIK  
UNTUK MENGLASIFIKASIKAN SAPI  
BERDASARKAN PERBEDAAN TINGGI BADAN SAPI**

FP. Sise  
2010

Oleh  
**KLARA DEWI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA  
2010**

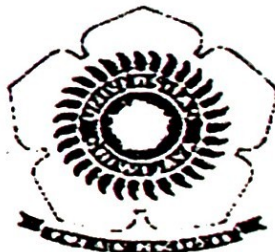


S  
636-207  
Kla  
a  
C-102154  
2010

**APLIKASI SENSOR ULTRASONIK  
UNTUK MENGGKLASIFIKASIKAN SAPI  
BERDASARKAN PERBEDAAN TINGGI BADAN SAPI**



**Oleh  
KLARA DEWI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA  
2010**

## SUMMARY

**KLARA DEWI.** Application of Ultrasonic Sensor to Clacification Beef Cattle Based on Differences of Their Body Height (Supervised by **ENDO ARDO KUNCORO** and **K. H. ISKANDAR**).

The purpose of this research was to design and test the application of ultrasonic sensors in clacification of cattle based on the difference of their body height.

This research was conducted in January 2010 until July 2010. The equipment design was conducted at Instrumentation Laboratory of Agricultural Departement, Sriwijaya University. The equipment testing was conducted on the cows rang at BPTU (Balai Pembibitan Ternak Unggul) Sembawa Village, south Sumatera.

The research was carried out through three stages consisting of input data collection, equipment design stage, and testing and refinement stages. Input data gathering phase was included types of cow and their body heights at BPTU Sembawa Village. The equipment design stage was consisted of control system design preparation of the location system components (*hardware*) and programming language design stage (*software*).

Equipment testing was performed by counting the number of beef cattles and by measuring the height of the 25 cattles.

The equipment stage was consisted of program data output analysis, validation, and calibration as well as to determine estimated equation of cattle height based on sensing of sensor.

## RINGKASAN

**KLARA DEWI.** Aplikasi Sensor Ultrasonik untuk Mengklasifikasikan Sapi Berdasarkan Perbedaan Tinggi Badan Sapi (Dibimbing oleh **ENDO ARGO KUNCORO** dan **K. H. ISKANDAR**).

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan menguji aplikasi sensor ultrasonik dalam pengklasifikasikan sapi berdasarkan perbedaan tinggi badan sapi.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2010 sampai bulan Juli 2010. Perancangan alat dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Pengujian alat dilakukan di peternakan sapi BPTU (Balai Pembibitan Ternak Unggul) Desa Sembawa, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

Penelitian dilaksanakan dalam 3 tahap, yaitu 1). Tahap pengumpulan data input, 2). Tahap perancangan alat, dan 3). Tahap pengujian dan penyempurnaan alat. Pengumpulan data input dilakukan dengan pengambilan data yang meliputi jenis sapi, tinggi dan rendah badan sapi di BPTU Desa Sembawa. Perancangan alat meliputi perancangan sistem pengontrol, penyusunan letak komponen alat (*hardware*) dan perancangan bahasa program (*software*).

Tahap pengujian alat dilakukan dengan menghitung jumlah sapi dan mengukur ketinggian badan sapi pada 25 ekor sapi.

Tahap penyempurnaan alat meliputi analisis data luaran program, validasi dan kalibrasi serta menetapkan persamaan penduga tinggi badan sapi untuk hasil pengindraan sensor.

**APLIKASI SENSOR ULTRASONIK  
UNTUK MENGLASIFIKASIKAN SAPI  
BERDASARKAN PERBEDAAN TINGGI BADAN SAPI**

**Oleh  
KLARA DEWI**

**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

**APLIKASI SENSOR ULTRASONIK  
UNTUK MENGLASIFIKASIKAN SAPI  
BERDASARKAN PERBEDAAN TINGGI BADAN SAPI**

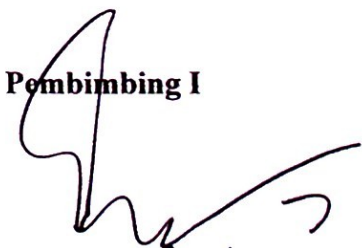
Oleh  
**KLARA DEWI**  
05053106035

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

Indralaya, November 2010

Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya

Pembimbing I



Ir. Endo Ago Kuncoro, M. Agr.

Pembimbing II



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

Dekan,



Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M. S.  
NIP. 195210281 97503 1 001

Skripsi yang berjudul "Aplikasi Sensor Ultrasonik untuk Mengklasifikasikan Sapi Berdasarkan Perbedaan Tinggi Badan Sapi" oleh Klara Dewi telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 11 Oktober 2010.

Tim Penguji

- |  |         |  |
|--|---------|--|
| 1. Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief, M.Si.            | Ketua   |  |
| 2. Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P.                 | Anggota |  |
| 3. Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons.), Ph.D. | Anggota |  |

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknologi pertanian



Dr. Ir. Hersyamsi, M. Agr.  
NIP. 196008021987031004

Mengesahkan  
Ketua Program Studi Teknik Pertanian  
K/ta<sup>2010</sup>



Hilda Agustina, S.TP, M. Si.  
NIP. 197708232002122001

## PERNYATAAN

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

Indralaya, November 2010

Yang Membuat Pernyataan



Klara Dewi



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 27 Mei 1986 dari ayah yang bernama Suroso Sundoro, dan ibu yang bernama Yusma Marzuki. Penulis merupakan anak ke empat dari lima bersaudara.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 1998 di SD Negeri 1 Simpang Timbangan, sekolah menengah pertama di SLTP Negeri 1 Indralaya pada tahun 2001, dan pendidikan sekolah menengah atas diselesaikan pada tahun 2004 di SMA Negeri 1 Indralaya.

Sejak Juli 2005 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB).

Penulis mengikuti beberapa organisasi yang ada di dalam Fakultas dan Universitas, yaitu pada organisasi Badan Wakaf Pengkajian Islam (BWPI) berada di Departemen Syiar pada tahun 2006, dan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Sriwijaya Departemen Ekonomi pada tahun 2007.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan pada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan dan ketabahan sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan baik.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis banyak sekali mendapat bantuan, bimbingan, arahan dan dorongan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ingin menghaturkan rasa penghargaan yang setinggi-tingginya dan ungkapan terimakasih yang tulus, kepada :

1. Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Ketua Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M. Agr. Selaku Pembimbing I yang telah sabar membimbing, membantu serta memberi arahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Ir. K. H. Iskandar, M.Si selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing II, yang telah sabar membimbing, membantu serta memberi arahan selama masa perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief, M. Si. Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M. P. dan Ibu Prof. Ir. Filli Pratama, M. Sc. (Hons.), Ph. D. selaku dosen penguji, yang telah sabar membimbing, membantu serta memberi arahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

8. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya, yang selama ini telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan.
9. Seluruh pegawai/staf tata usaha/akademik Jurusan Teknologi Pertanian, yang telah banyak membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis selama masa perkuliahan berlangsung.
10. Bapak Ir. Arfan Abrar, S. Pt., M. Si. yang telah sabar membimbing, membantu serta memberi arahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Keluargaku tercinta, Bapak Suroso Sundoro dan Ibu Yusma Marzuki (tiada kata yang bisa melisankan bentuk cinta dan kasih ku padamu, sembah sujud dari Anak mu), kakak-kakakku tersayang Nandi Wijaya, S. Pd. Adi Irwandi, S. Pd. Gun Pramanta, dan adikku Imran Oktavian serta semua keponakanku atas doa dan dukungan , baik moril maupun materil.
12. Bapak Ir. Ermizal serta seluruh pegawai BPTU Sembawa, Kabupaten Banyuasin, yang telah banyak membantu dan memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian serta menggunakan fasilitas di BPTU selama penelitian.
13. Sahabat-sahabatku Endang Efriani, Sari Lidya Kusuma, Risa Elita, Apri Puji Kurniawati, Reny Septasari, Yesi Efriyani, Dian Pratiwi, dan Msy. Ratih Widianti, Anggara Kusuma, Mazni Perdana dan teman-teman seperjuangan angkatan 2005 yang memberikan masukan, motivasi dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
14. Almamater, yang telah menjadikanku seseorang yang lebih baik dan berguna untuk kehidupan sekarang dan masa yang akan datang.



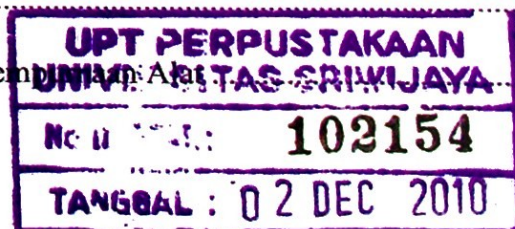
Akhirnya penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tiada terhingga kepada semua pihak yang telah mendo'akan, membantu dan memberikan dorongan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberkati kita semua, Amin.

Indralaya, November 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	5
C. Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
A. Budidaya Sapi Ternak .....	7
B. Sensor Ultrasonik .....	9
C. Mikrokontroler .....	12
D. Bahasa Program <i>BASCOM-8051 (Basic Compiler)</i> .....	13
<b>III. PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....	15
A. Waktu dan Tempat .....	15
B. Bahan dan Alat .....	15
C. Metode Penelitian .....	15
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	18
1. Tahap Pengumpulan Data Input .....	18
2. Tahap Perancangan Alat .....	18
3. Tahap Pengujian dan Penyelesaian Alat .....	23



V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	30
A. Kesimpulan .....	30
B. Saran .....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	31
LAMPIRAN .....	33



## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Karakteristik sensor ultrasonik PING .....	11
2. Karakteristik spesial <i>BASCOM-8051</i> .....	14
3. Batasan-batasan tinggi badan dan umur sapi brahman .....	18
4. Hasil penghitungan dan pengukuran sensor pada sapi induk, remaja, dan anakan .....	24
5. Hasil uji karakteristik sensor ultrasonik PING pada sapi induk .....	25
6. Hasil uji karakteristik sensor ultrasonik PING pada sapi remaja .....	26
7. Hasil uji karakteristik sensor ultrasonik PING pada sapi anakan .....	27

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Proses pengujian alat pada sapi brahman .....	17
2. Tampilan <i>ISP-Flash programmer version 3.0a</i> .....	22
3. Tampilan program untuk memilih jenis mikrokontroler .....	23
4. Tampilan terhubung dengan mikrokontroler .....	23
5. Tampilan untuk memilih <i>write</i> .....	24
6. Tampilan <i>Download</i> sukses .....	24
7. Grafik pengklasifikasian sapi .....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir proses pengunduhan program .....	34
2. Skema rangkaian alat untuk menghitung jumlah sapi berdasarkan perbedaan tinggi badan sapi .....	35
3. Program untuk menghitung jumlah sapi berdasarkan tinggi badan sapi .....	36
4. Perhitungan .....	39



## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sistem pengukuran dan pengendalian lingkungan (instrumentasi) semakin berperan penting dalam kehidupan manusia seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sistem tersebut sangat membantu pekerjaan manusia, baik yang bersifat monoton dan kontinu maupun pekerjaan yang dinamis dan sensitif. Penerapan sistem pengendali pada sistem pengemudi pesawat terbang, pengendali satelit, dan sistem persenjataan peluru merupakan beberapa contoh pemanfaatan instrumentasi. Sistem instrumentasi pada bidang industri diterapkan sebagai pengendali mesin produksi dan pengendali 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. Pesatnya perkembangan teknologi yang semakin pesat di masa kini, khususnya dibidang elektronika, memacu terciptanya pengontrol dan penghitung 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 William (2007), perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini terlihat jelas pada industri fabrikasi yang sebelumnya banyak pekerjaan menggunakan tenaga manusia kemudian beralih menggunakan mesin, yang

selanjutnya berkembang menjadi semi otomatis dan sekarang sudah menggunakan robotik (*full automatic*).

Suatu sistem kerja alat dapat dikontrol secara otomatis dengan mengaplikasikan sensor pada alat yang digunakan, misalnya penghitungan jumlah sapi pada peternakan sapi berdasarkan perbedaan ukuran fisik sapi sehingga memudahkan untuk mengetahui jumlah sapi berdasarkan perbedaan tinggi badan sapi. Salah satu sensor yang dapat diaplikasikan untuk menghitung jumlah sapi ternak berdasarkan perbedaan tinggi badan sapi adalah sensor navigasi jenis ultrasonik.

Beberapa proses industri yang membutuhkan sistem pengendali dapat diatasi dengan kemajuan instrumentasi yang didukung oleh kemajuan teknologi komputer. Salah satu elemen penting instrumentasi adalah sensor, yaitu suatu alat yang berfungsi mengukur besaran tertentu (kuantitas) seperti temperatur, kelembaban, cahaya, dan gelombang elektromagnetik (Budiharto, 2006). Menurut Katsuhiko (1997), sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur, atau merekam sifat-sifat fisik dan merespon perubahan bentuk, atau kontrol suatu operasi. Respon tersebut akan dikonversikan oleh transduser dari sinyal sensor menjadi sinyal listrik.

Menurut Setiawan (2007), sensor ultrasonik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis sensor yang lain, yaitu memiliki jangkauan deteksi yang lebih luas dibandingkan sensor infra merah atau sensor laser, tidak terpengaruh oleh warna objek yang dikenai pantulan gelombang, dan tidak terpengaruh oleh cahaya sekitar.



Sensor ultrasonik merupakan simulasi sederhana dari sistem kendali otomatis yang menggunakan mikrokontroler untuk menghitung jumlah sapi ternak pada peternakan sapi. Sensor ini merupakan suatu transduser yang akan mengirimkan gelombang ultrasonik pada suatu objek. Gelombang tersebut akan dipantulkan oleh objek dan diterima oleh *receiver* sensor yang akan mengubah frekuensi gelombang menjadi tegangan yang sesuai dengan jangka waktu pengiriman dan penerima gelombang (Katsuhiko, 1997).

Sapi (*Bos indicus*) adalah hewan ternak terpenting sebagai sumber daging, susu, tenaga kerja dan kebutuhan lainnya. Sapi menghasilkan sekitar 50% (45 sampai 55%) kebutuhan daging di dunia, 95% kebutuhan susu dan 85% kebutuhan kulit. Sapi berasal dari famili Bovidae. seperti halnya bison, banteng, kerbau (*Bubalus*), kerbau Afrika (*Syncherus*), dan anoa. Indonesia dengan jumlah penduduk di atas 220 juta jiwa membutuhkan pasok daging yang besar. Peternakan domestik belum mampu memenuhi permintaan daging dari warganya. Timpangnya antara pasokan dan permintaan, ternyata masih tinggi.

Struktur, perilaku dan kinerja pasar produk peternakan dunia amat dipengaruhi oleh keunggulan komparatif sumber daya, ekonomi (peningkatan penduduk), teknologi pasca panen dan transportasi, prevalensi penyakit menular dan konfigurasi lokasi geografis negara produsen maupun konsumen. Sudah barang Kebijakan-kebijakan negara produsen dan konsumen utama juga amat sangat menentukan kinerja perdagangan dunia. Faktor-faktor inilah yang dapat digunakan untuk menjelaskan pola dan kecenderungan perubahan perdagangan produk peternakan dunia (Anonim, 2008).

Budidaya sapi potong memang sangat besar potensinya untuk dikembangkan di wilayah Indonesia, khususnya Merauke. Pengembangan dalam budidaya sapi potong didukung oleh tersedianya nutrisi yang bermanfaat khusus bagi ternak sapi. Nutrisi ini dalam bentuk suplemen cair yang dibuat dari olahan bahan-bahan alami, tidak mengandung bahan kimia dan logam berat serta ramah lingkungan (Sago, 2007).

Menurut Sugeng (2004), peranan peternak cukup besar dalam upaya peningkatan dan pemenuhan konsumsi daging sapi, sehingga peternak harus dipersiapkan. Peternak harus dibina secara terus-menerus agar berani meninggalkan cara-cara tradisional untuk beralih kepada penguasaan pengetahuan dan keterampilan. Diharapkan peternak mampu memilih dan menggunakan bibit unggul, memberi pakan yang baik, dan manajemen yang baik pula.

Perkembangan komputer saat ini semakin pesat. Pekerjaan yang dahulu dikerjakan oleh manusia atau mesin yang sederhana kini digantikan oleh mesin yang bisa mempermudah pekerjaan manusia. Peralatan yang tadinya digunakan secara manual kini banyak digantikan oleh peralatan otomatis (Katsuhiko, 1997).

Model dan jenis yang digunakan dalam sistem otomatisasi fabrikasi sangat tergantung kepada sistem kendali yang digunakan. Kecanggihan sistem kendali yang digunakan akan sangat tergantung kepada sensor maupun *transducer* yang digunakan. Sensor dan *transducer* merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sistem pengaturan otomatisasi. Beberapa besaran yang bukan listrik akan diubah menjadi sinyal listrik melalui sebuah alat yang disebut *transducer*. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor sangat menentukan kinerja sistem pengaturan secara otomatis (Sugiharto, 2002).



Selama ini sistem penghitungan jumlah sapi masih dilakukan secara manual. Cara ini baik bagi peternakan dengan jumlah sapi yang tidak banyak. Bagi peternakan dengan jumlah sapi yang banyak dan dilakukan dengan sistem penggembalaan, cara manual tidak efektif digunakan karena dapat menyebabkan kesalahan dalam penghitungan.

Cara alternatif yang lebih tepat adalah dengan menggunakan sistem penghitung elektronik. Alat ini didesain untuk dapat menghitung sapi dengan berbagai ukuran (besar dan kecil). Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik yang bekerja berdasarkan pantulan gelombang yang dihasilkan. Penghitungan dilakukan dengan memasukkan sapi ke dalam kandang jepit yang dibagian atasnya telah dipasang alat penghitung.

Aplikasi sensor ultrasonik pada otomatisasi penghitung jumlah sapi di peternakan sapi memudahkan untuk mengetahui jumlah sapi berdasarkan perbedaan ukuran tinggi badan sapi. Oleh sebab itu penelitian ini merupakan pengujian aplikasi sensor ultrasonik untuk menghitung jumlah sapi ternak berdasarkan perbedaan tinggi badan sapi.

## **B. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menguji aplikasi sensor ultrasonik dalam penghitungan jumlah sapi berdasarkan perbedaan tinggi badan sapi di BPTU (Balai Pembibitan Ternak Unggul) Desa Sembawa, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

### **C. Hipotesis**

Diduga alat penghitung yang menggunakan sensor ultrasonik dengan pemrograman bahasa komputer, ternak sapi dapat dihitung dengan cepat dan tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, M. 1999. *BASCOM-8051 Reference Language*. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Anonim, 2008. Peternakan Sapi di Indonesia. (Online). (<http://www.senopatiarthur.wordpress.com>, diunduh pada tanggal 31 Juli 2009).
- Budiharto, W. 2005. Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Budiharto, W. 2006. Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Departemen Pertanian RI, 2007. *Hubungan umur sapi dengan ukuran sapi*. (Online). (<http://www.peternakan.litbang.deptan.go.id>, 2006. diakses 31 Juli 2009).
- Erlangga. 2009. Informasi Seputar Dunia Peternakan. (Online). (<http://www.infoternak.com>, diunduh tanggal 23 Agustus 2010).
- Halim, S. 2007. Merancang Mobile Robot Pembawa Objek Menggunakan *OOpic-R*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Iqmal. 2008. Apendiks Akurasi, Presisi, dan Nilai Penting. (Online). ([iqmal.staff.ugm.ac.id/wp-content/iqmal-2008-kalibrasi.pdf](http://iqmal.staff.ugm.ac.id/wp-content/iqmal-2008-kalibrasi.pdf), diunduh tanggal 23 Agustus 2010).
- Katsuhiko, O. 1997. *Teknik Kontrol Automatik*. Erlangga. Jakarta.
- Parallax, Inc. 2005. *Detect Distance with The PING)))<sup>TM</sup> Ultrasonic Sensor*. (Online). (<http://www.parallax.com>, diunduh pada tanggal 19 Desember 2009).
- Parallax, Inc. 2007. *PING)))<sup>TM</sup> Ultrasonic Distance Sensor (#28015)*. (Online). (<http://www.parallax.com>, diunduh pada tanggal 29 September 2009).
- Sago, 2007. Karakteristik sapi ternak. (Online). (<http://www.kab.merauke.go.id> diunduh pada tanggal 12 September 2009).
- Sugiharto, A. 2002. Penerapan Dasar Transducer dan Sensor. Kanisius Yogyakarta.

- Sumadi, IK. 2005. Hubungan Antara Dimensi Tubuh dengan Prestasi Kerbau Paenan. (Online). (<http://www.WikipediaBahasaIndonesia.com>, diunduh tanggal 2 Agustus 2010).
- Tim IE. 2007. AN73. Pengukur Jarak dengan Gelombang Ultrasonik. (Online). (<http://www.Innovativeelectronics.com>, diunduh pada tanggal 19 Desember 2009).
- Zarkasi, A. 2007. Analisis Pengaturan Jarak Sensor Ultrasonic - Dengan Bahasa Pemrograman C Menggunakan MCU AT89C51. (Online). (<http://www.electrnicslab.com/index.php>, diunduh pada tanggal 31 Juli 2009).