

## Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler

Zuly Budiarmo dan Agung Prihandono

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Stikubank Semarang

Email: zbudiarmo@gmail.com; agunganak@gmail.com

### Abstrak

Perkembangan teknologi digital secara umum menyebabkan berkembangnya industri elektronik sejalan dengan perkembangan sistem digital. Perubahan Sistem Analog menjadi Sistem Digital merupakan salah satu hal yang menjadi awal berkembangnya industri perangkat elektronik. Dengan berubahnya sistem analog menjadi sistem digital maka jenis perangkat yang digunakan.

Sensor merupakan perangkat pendukung untuk mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik. Secara umum semua sensor bekerja secara analog. Besaran yang dihasilkan oleh sensor adalah besaran analog, yaitu berupa arus listrik dengan nilai tegangan tertentu. Agar arus listrik yang dihasilkan sensor dapat diproses secara digital maka besaran tersebut harus diubah menjadi besaran digital.

Mikrokontroler merupakan perangkat yang dapat mengolah sinyal digital. Sebuah perangkat yang bekerja secara analog dapat diubah dengan sistem digital dengan cara mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, kemudian mengolah sinyal digital dengan mikrokontroler. Dengan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, maka semua proses yang ada dalam sistem digital dapat dilakukan. Proses yang dilakukan mikrokontroler dapat berupa sistem kontrol maupun mengubah besaran analog menjadi besaran digital.

Sensor ultrasound Parallax merupakan sensor yang dapat digunakan untuk menentukan jarak sebuah tempat dengan suatu objek di tempat lain. Sensor ini menggunakan sinyal ultrasound untuk mendeteksi adanya objek didepan sensor. Sensor terdiri dari pembangkit gelombang dan penerima gelombang. Pada saat bekerja pembangkit gelombang akan memancarkan gelombang ke depan. Jika di depan sensor terdapat sebuah objek, maka gelombang akan dipantulkan oleh objek tersebut dan akan diterima oleh penerima pada sensor. Waktu tempuh gelombang dari sumber sampai dengan penerima merupakan waktu yang diperlukan untuk menempuh dua kali jarak benda dengan sensor. Sehingga waktu tempuh yang diperlukan merupakan setengah dari waktu tempuh gelombang. Kecepatan gelombang suara dalam udara adalah 445 m/detik. Dengan mengetahui waktu tempuh tersebut akan dapat diketahui jarak antara objek dengan sensor.

Sinyal yang dihasilkan oleh sensor hanya berupa pulsa listrik dengan frekuensi tertentu. Parallax Ping merupakan seperangkat peralatan elektronik yang berupa sensor ultrasound, pengubah sinyal, dan pembangkit frekuensi. Sinyal dari sensor sudah diubah menjadi sinyal yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Dengan mikrokontroler Arduino, sinyal tersebut dapat dijadikan sebagai masukan untuk mengubah nilai-nilai analog menjadi besaran digital. Dengan diubahnya besaran analog menjadi besaran digital maka semua proses digital dapat dilakukan pada sinyal tersebut diantaranya menampilkan hasil di LCD, mentrigger indikator, masukan untuk sistem sinyal dan lain-lain.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa jarak terdekat objek yang dapat ditangkap adalah 2,34 cm dan jarak terjauh adalah 374 cm. Dengan kemampuan tersebut maka sensor parallax ping dapat digunakan untuk mengukur jarak resonansi bunyi.

**Kata kunci:** arduino, jarak resonansi, sensor ultrasound

### PENDAHULUAN

Sensor merupakan sebuah peralatan yang diperlukan untuk mendukung penerapan teknologi digital di berbagai bidang.

Karakteristik sensor yang hanya menghasilkan besaran-besaran analog menjadi tantangan tersendiri dalam menerapkan teknologi digital dengan menggunakan sensor. Perubahan Sistem

Analog menjadi sistem digital merupakan salah satu hal yang menjadi awal berkembangnya sistem digital. Dengan berubahnya sistem analog menjadi sistem kendali digital maka jenis perangkat yang digunakan juga berubah.

Sensor ultrasonic merupakan sebuah sensor yang menggunakan gelombang suara sehingga sensor dapat dipakai di tempat-tempat dengan intensitas cahaya rendah [4].

Mikrokontroler merupakan perangkat yang mewakili suatu figur sistem kendali modern yang telah dikemas dalam sebuah *chip* / rangkaian terpadu. Dengan mikrokontroler perancangan sistem kendali dapat dilakukan lebih efisien. [2] Kemampuan mikrokontroler dalam sistem kendali dilengkapi dengan berbagai fitur penunjang, diantaranya prosessor, memory, A/D converter, analog/digital input/output dan beberapa kemampuan lain untuk mengolah data digital maupun analog.

Pengukur jarak dengan sensor ultrasound merupakan salah satu sensor yang dapat digunakan untuk menentukan jarak suatu benda yang berada di suatu tempat dengan benda lain yang berada di tempat yang berbeda. Aplikasi dari sensor ultrasound diantaranya adalah untuk menentukan ketinggian air bendungan, sistem kendali robot, dan lain-lain.

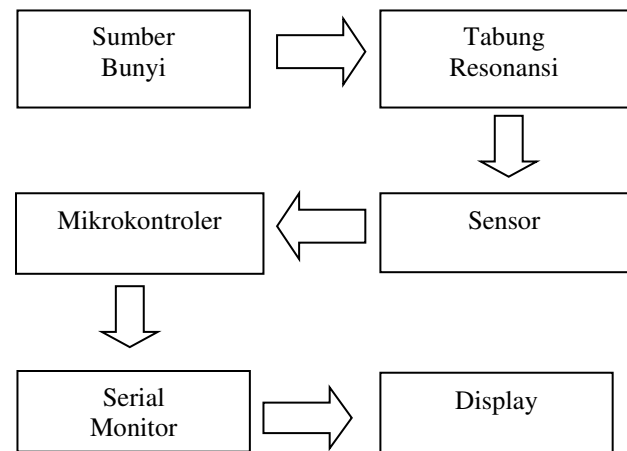
Sensor ultrasound merupakan salah satu sensor yang menghasilkan besaran analog. Salah satu jenis sensor yang sering digunakan adalah Parallax Ultrasound. Keluaran dari sensor ini berupa besaran digital. Komponen yang terdapat pada sensor jenis ini sebuah pembangkit gelombang ultrasound beserta transmitter, pengubah besaran fisik menjadi sinyal-sinyal elektrik.

Untuk mengolah sinyal dari sensor diperlukan sebuah mikrokontroler yang mewakili suatu figur sistem yang dikemas hanya dengan sebuah *chip* / rangkaian terpadu, yang kemudian berkembang hingga penggunaan memori dan processor beserta elemen pendukungnya seperti register, *AT command*, *I/O system*, dan lain sebagainya. Bahkan hingga pada saat ini, mikrokontroler telah dikemas dalam sebuah modul aktif kit.

## METODE PENELITIAN

### Perancangan Sistem

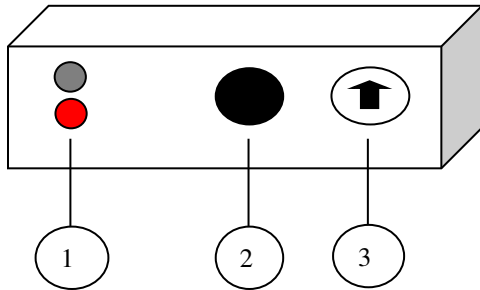
Perancangan sebuah sistem digital dengan menggunakan mikrokontroler terdiri 3 tahapan. Tahap pertama adalah merancang model sistem digital. Pada tahap ini ditentukan semua parameter yang berhubungan, model sistem digital, kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Tahap kedua adalah perancangan algoritme untuk menyelesaikan masalah dalam sistem kendali. Pada tahap ini dibuat tahap demi tahap proses penyelesaian masalah sistem digital secara rinci dan perancangan program. Tahap ketiga adalah implementasi dan pengujian sistem digital. Pengujian yang dilakukan adalah dengan mencoba semua fasilitas yang tersedia dalam sistem kendali. Blok Diagram rancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

#### a. Sumber Bunyi

Dalam penelitian digunakan sumber bunyi yang dihasilkan dari sebuah rangkaian elektronik. Frekuensi bunyi yang dihasilkan dapat diatur dengan memutar tombol pengatur frekuensi. Sedangkan untuk mengatur volume dilakukan dengan memutar potensiometer.



Gambar 2. Pembangkit Gelombang Suara

Keterangan :

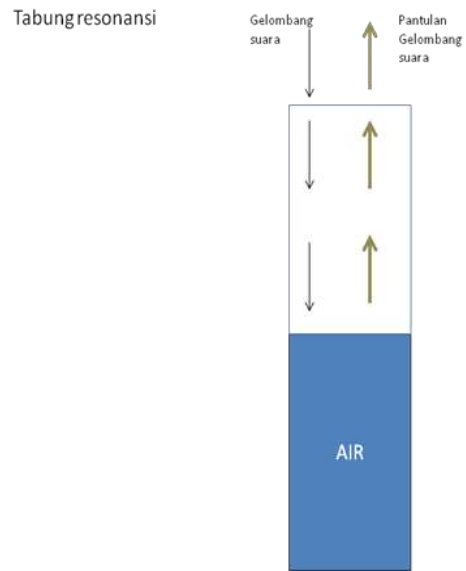
- 1 : Keluaran
- 2 : Pengatur Volume Suara
- 3 : Selector Sumber Suara

Keluaran alat pembangkit gelombang suara adalah berupa sebuah speaker yang dapat menghasilkan suara dengan frekuensi tertentu. Speaker tersebut diletakkan di bibir tabung resonansi. Sehingga ujung tabung atau letak speaker tersebut menjadi titik acuan dalam menentukan jarak resonansi.

b. Tabung Resonansi

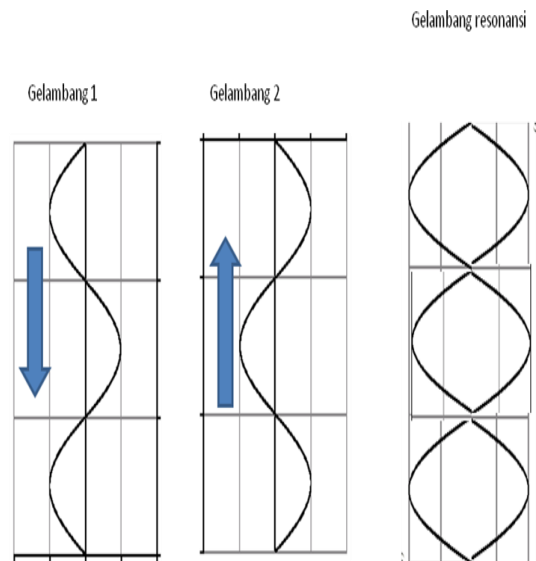
Fungsi tabung resonansi adalah sebagai tempat yang digunakan untuk mengarahkan gelombang suara sehingga terjadi resonansi. Dua buah gelombang yang merambat melalui suatu medium yang sama maka gelombang akan bergabung menjadi satu gelombang yang saling menguatkan. Superposisi dari suatu gelombang tersebut akan menghasilkan gelombang suara yang terdengar lebih kuat daripada sumbernya.

Dalam tabung resonansi gelombang suara dari speaker dipandang sebagai gelombang datang. Gelombang tersebut akan dipantulkan oleh permukaan air yang dalam tabung. Gelombang datang dan gelombang pantul dapat menghasilkan resonansi. Ciri umum gelombang resonansi adalah jika gelombang tersebut terjadi secara terus menerus maka superposisi antara gelombang datang dan gelombang pantul akan terus menerus terjadi dan akhirnya akan terjadi resonansi. Resonansi pada umumnya terjadi jika gelombang frekuensi yang sama atau mendekati frekuensi alamiah dan pola gelombang resonansi berbeda tergantung dari frekuensi resonansinya.



Gambar 3. Tabung Resonansi

Pola gelombang berdiri peristiwa resonansi ini banyak sekali dimanfaatkan dalam kehidupan, misalnya saja resonansi gelombang udara pada alat-alat musik. Gelombang suara merupakan gelombang mekanik yang dapat dipandang sebagai gelombang simpangan atau gelombang tekanan. Proses terjadinya resonansi dapat digambarkan seperti gambar 4.



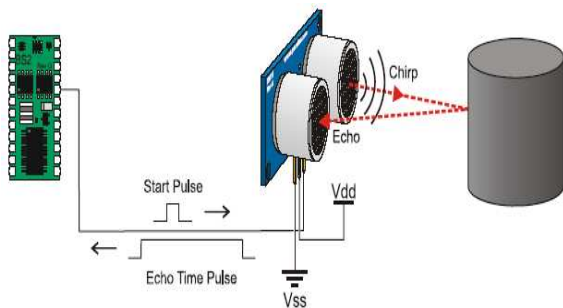
Gambar 4. Resonansi Bunyi

c. Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi

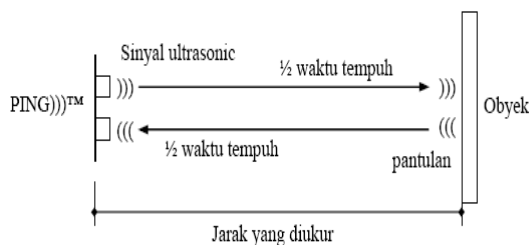
besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

Dalam penelitian digunakan sensor ultrasonik Parallax Ping. Sensor tersebut terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berfungsi sebagai pembangkit gelombang ultrasonik penerima dan bagian lain berfungsi sebagai penerima. Ilustrasi cara kerja sensor dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Cara kerja sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik parallax ping terdiri dari sensor, chip pembangkit gelombang, penerima gelombang dan pembangkit pulsa. Ketika rangkaian elektronik dari parallax ping mendapat catu daya, maka akan dihasilkan pulsa-pulsa yang akan dikirim oleh bagian transmitter. Sensor akan mendeteksi adanya sebuah objek yang berada di depan sensor, yang ditandai dengan adanya sinyal yang diterima oleh sensor penerima pulsa. Jarak tempuh pulsa dianggap sebagai dua kali jarak sensor dengan objek. Perhitungan jarak objek dan sensor dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Perhitungan jarak sensor dan objek

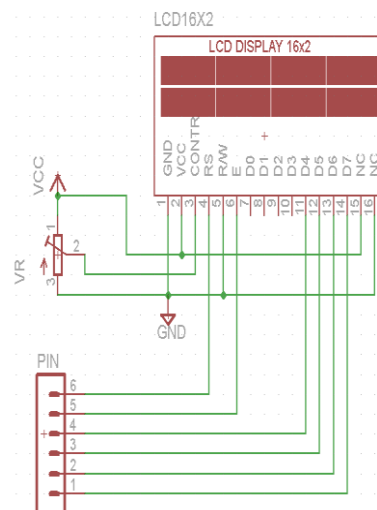
Penjelasan Gambar 6:

- Sensor Ping mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik
- Ping mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik
- Ping akan membuat *output low* pada pin SIG. Jika gelombang pantulan terdeteksi
- *Lebar pulsa High (tIN)* akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan objek. Maka jarak yang diukur

d. Display

Pada penelitian ini digunakan LCD 16x2. Pengendali display bertugas menampilkan jenis sinyal dan frekuensinya. Baris Pertama LCD menampilkan jenis sinyal, sedangkan baris kedua menampilkan frekuensi sinyal. Kekurangan dari LCD jenis ini hanya dapat menampilkan karakter alphabet, tidak dapat menampilkan karakter yang berupa simbol dan gambar. Untuk mengatasi kekurangan tersebut jenis sinyal ditunjukkan dengan tulisan huruf alphabet.

PIN Arduino yang digunakan dalam untuk menampilkan karakter pada LCD adalah PIN Digital 12, 11, 5, 4, 3, 2. Konfigurasi rangkaian LCD dengan Arduino dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Konfigurasi LCD

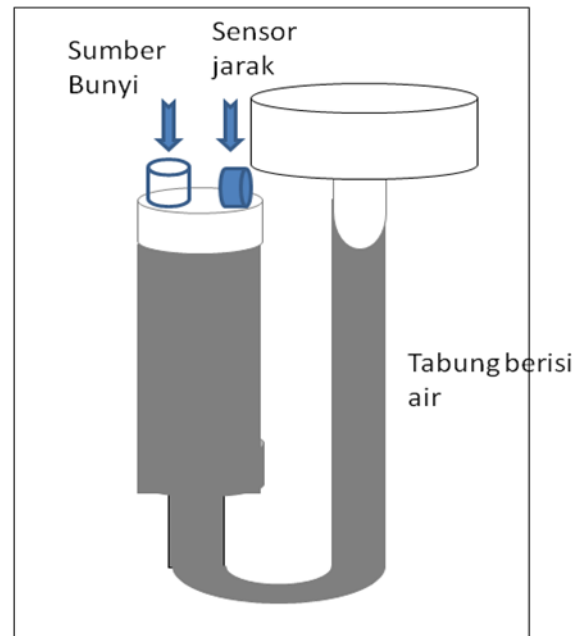
- Pin RS (kaki 4) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 12
- Pin E (kaki 6) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 11
- Pin D4 (kaki 11) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 5
- Pin D5 (kaki 12) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 4
- Pin D6 (kaki 13) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 3
- Pin D7 (kaki 14) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 2
- Sambungkan potensio 10 KOhm ke +5v dan GND , dan Pin LCD 3 ke potensio
- Digital Pin 5 (R/W) ke Ground

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Langkah Percobaan

Latar belakang penelitian yang dilakukan berasal dari Laboratorium Fisika Dasar. Salah satu percobaan yang dilakukan mahasiswa adalah percobaan tentang resonansi bunyi. Dalam percobaan tersebut masih digunakan peralatan manual, baik untuk sumber bunyi maupun untuk mengukur jarak resonansi. Kesulitan yang ditemui adalah akurasi pembacaan jarak resonansi yang menggunakan meteran. Selain tingkat ketelitian butuh waktu yang lebih lama dalam membaca nilai yang tertera pada skala agar hasil yang diperoleh lebih teliti.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah membuat sebuah peralatan yang dapat digunakan untuk percobaan resonansi menjadi lebih mudah dan lebih akurat. Untuk mencapai tujuan tersebut digunakan peralatan elektronik yang dapat berfungsi secara otomatis dan menampilkan hasil yang berupa jarak resonansi yang dapat dibaca dengan mudah. Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Tata letak sensor dan sumber bunyi

Sumber bunyi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah speaker dengan ukuran 2 inch dan impedansi 8 Ohm. Sensor yang digunakan adalah ultrasonic parallax ping 28015

Sensor Ping mempunyai kemampuan mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama (200  $\mu$ s) dan menangkap gelombang pantul. Sensor Ping memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler Arduino UNO. Kecepatan gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik. Gelombang tersebut akan mengenai objek dan memantul kembali ke sensor. Ping mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi Ping akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan objek.

Jarak resonansi adalah jarak yang setara dengan  $\frac{1}{4}$  panjang gelombang bunyi. Keadaan resonansi terjadi bila terjadi pertemuan antara gelombang datang dan gelombang pantul.

## IMPLEMENTASI

Dalam penelitian digunakan mikrokontroler Arduino UNO dengan spesifikasi terlampir. Perangkat Lunak yang digunakan dalam penelitian adalah versi 1.0.5 r2.

Pengendali display bertugas menampilkan jenis sinyal dan frekuensinya. Baris Pertama LCD menampilkan jenis sinyal, sedangkan baris kedua menampilkan frekuensi sinyal. Kekurangan dari LCD jenis ini hanya dapat menampilkan karakter alphabet, tidak dapat menampilkan karakter yang berupa simbol dan gambar. Untuk mengatasi kekurangan tersebut jenis sinyal ditunjukkan dengan tulisan huruf alphabet.

PIN Arduino yang digunakan dalam untuk menampilkan karakter pada LCD adalah PIN Digital 12, 11, 5, 4, 3, 2. Tampilan LCD hasil dari percobaan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan LCD

Selain tampilan pada LCD hasil percobaan juga dapat dilihat pada serial monitor

```
COM33
Jarak - 11.39655 cm
Jarak - 10.91379 cm
Jarak - 11.39655 cm
Jarak - 11.50000 cm
Jarak - 10.91379 cm
Jarak - 11.39655 cm
Jarak - 11.39655 cm
Jarak - 11.50000 cm
Jarak - 11.03448 cm
Jarak - 11.39655 cm
Jarak - 11.39655 cm
Jarak - 11.50000 cm
Jarak - 11.50000 cm
Jarak - 11.39655 cm
Jarak - 11.39655 cm
Jarak - 11.48276 cm
Jarak - 2.6517 cm
Jarak - 2.79310 cm
Jarak - 11.82759 cm
Jarak - 9.75862 cm
Jarak - 13.87931 cm
Jarak - 23.48276 cm
Jarak - 23.87931 cm
Jarak - 24.03448 cm
Jarak - 24.03448 cm
Jarak - 24.03448 cm
Jarak - 24.46552 cm
Jarak - 323.46551 cm
Jarak - 32.05172 cm
Jarak - 26.08621 cm
Jarak - 53.68965 cm
Jarak - 112.12069 cm
Jarak - 320.03448 cm
Jarak - 34.50000 cm
Jarak - 14.43103 cm
Jarak - 8.06897 cm
Jarak - 9.32759 cm
Jarak - 7.56897 cm
```

Gambar 10. Tampilan serial monitor

## KESIMPULAN

1. Alat Pengukur jarak resonansi menggunakan sensor ultrasonik parallax ping dan mikrokontroler arduino UNO dapat menggantikan sistem analog menjadi sistem digital. Sistem digital dengan arduino hanya mengubah pengukur jarak analog menjadi digital dengan menampilkan pada LCD
2. Alat pengukur jarak resonansi masih berdiri sendiri belum terpadu dengan alat yang lain, yaitu sumber suara dan tabung resonansi
3. LCD display hanya menunjukkan Jarak resonansi saja belum menunjukkan besarnya frekuensi suara.

## SARAN

1. Untuk menambah kemudahan pengguna perlu ditambahkan fitur tambahan diantaranya adalah frekuensi dan volume sumber suara secara digital.
2. LCD display perlu diperbesar ukurannya sehingga dapat menunjukkan jenis sinyal dalam bentuk gambar, atau simbol tertentu sehingga tidak perlu membaca tulisan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardi Winoto, (2008). "Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR", Penerbit Informatika, Bandung
- Eddy Nuraharjo, (2010). "Sistem Kendali Mobil Robot dengan Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 89S52",
- Heri Susanto, (2013). "Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino UNO R3 ATMEGA328P dan XBEE Pro"
- Radu Tarulescu, (2013). *Usage Of Parallax Ultrasonic Sensors In Distance Measurement*, Annals Of The Oradea University Fascicle of Management and Technological Engineering ISSUE #1, JULY 2013
- Teguh Arif Gustaman, (2012). "Pengendali Pintu Gerbang Menggunakan Bluetooth Berbasis mikrokontroler ATMEGA 8"
- Srividyadevi P., Pusphalatha D.V. and Sharma P.M, (2013). "Measurement of Power and Energy Using Arduino", *Research Journal of Engineering Sciences*, Vol. 2(10), 10-15, October (2013) *Res. J. Engineering Sci.*
- T.K. Sethuramalingam and M. Karthighairasan, Automatic Gas Valve Control System using Arduino Hardware, Bonfring International Journal of Power Systems and Integrated Circuits, Vol. 2, No. 3, September 2012
- Zuly Budiarmo, (2012). "Sistem Monitoring Tingkat Ketinggian Air Bendungan berbasis mikrokontroler."
- Ping Ultrasound Sensor 2815 Product Guide, V2.0, Parallax.com