



PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA
Tanggal 18 Mei 2013, FMIPA UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

ISBN: 978 - 979 -96880 - 7 - 1

Bidang:

- Matematika dan Pendidikan Matematika
- Fisika dan Pendidikan Fisika
- Kimia dan Pendidikan Kimia
- Biologi dan Pendidikan Biologi
- Ilmu Pengetahuan Alam

Tema:

MIPA dan Pendidikan MIPA Untuk Kemandirian Bangsa

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Tahun 2013**

SISTEM KENDALI LEVEL CAIRAN DENGAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER

A.Aminudin¹, Irmansyah², L.Almanfaluthi²

¹Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI, ²Jurusan Fisika FMIPA IPB

Abstrak

Telah dibuat alat kendali level cairan secara otomatis berbasis mikrokontroler. Level cairan diindra oleh sensor ultrasonik dengan metode pemantulan gelombang pada frekuensi 40KHz. Proses pengendalian dilakukan dengan teknik kendali on-off oleh mikrokontroler. Alat ini dilengkapi dengan *Human Machine Interface* (HMI) menggunakan visual basic untuk mempermudah pengoperasian alat. Hasil pengujian sensor ultrasonik yaitu memiliki resolusi 1mm dan jangkauan pengukuran 80-400mm. Karakteristik sistem kendali setelah *rise time* diperoleh sangat stabil yaitu tidak terjadi fluktuatif pada toleransi ± 1 mm. Pada set point 300mm alat kendali ini memiliki *rise time* 539 detik.

Kata kunci: sistem kendali, sensor ultrasonik, mikrokontroler

PENDAHULUAN

Saat ini dengan mendatang kemajuan dunia industri memprioritaskan pada peningkatan sistem kendali dan otomatisasi. Kebutuhan sistem kendali dan otomatisasi tidak hanya pada bidang industri, namun juga merambah pada aplikasi di bidang otomotif, pertambangan, transportasi dan berbagai bidang yang lainnya^[1]. Untuk membangun sistem kendali dan otomatisasi, membutuhkan sensor untuk mengindra fenomena fisis. Di industri, beberapa fenomena fisis tekanan, suhu, kelembaban, massa dan level air dikendalikan secara otomatis. Pada kesempatan ini fokus pembahasan pada pengendalian level air. Pengendalian level air sebenarnya digunakan untuk menjaga volume dan tekanan air dapat dipertahankan pada suatu nilai yang ditetapkan. Dalam sistem instrumentasi hidrolik, kondisi tekanan yang terkendali merupakan syarat mutlak untuk bekerjanya suatu sistem.

Proses pengendalian level cair membutuhkan sensor level untuk mengindra ketinggian permukaan air. Ada banyak cara yang digunakan untuk menentukan level air yaitu dengan pelampung, kapasitor, elektroda, *optoswitch*. Pengukuran level dengan kapasitor dan elektroda harus interaksi langsung dengan zat cair sehingga keadaan sifat kimia zat cair dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Pelampung biasanya digunakan untuk mengetahui level yang tidak menuntut ketelitian, sedangkan *optoswitch* biasanya mengalami kendala sifat fisik (kekeruhan, warna) dan sifat kimia zat cair. Oleh karena itu dilakukan pengembangan pengukuran level air menggunakan sensor ultrasonik.

Pengukuran level air digunakan sistem kendali untuk dapat mempertahankan keadaan level yang ditentukan secara otomatis. Informasi level permukaan air yang diindra oleh sensor ultrasonik dibandingkan dengan level air yang ditetapkan. Sistem kendali berperan menambah atau mengurangi level cairan sehingga dapat mencapai nilai level yang ditetapkan. Peran pengendalian dilakukan oleh piranti mikrokontroler yang mampu bekerja memproses data dalam orde mikrodetik. Penelitian ini mengembangkan sistem kendali level cairan menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler dengan memperhatikan parameter resolusi, jangkauan pengukuran, *rise time* dan kesetabilan.

SISTEM KENDALI LEVEL CAIRAN DENGAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER

A.Aminudin¹, Irmansyah², L.Almanfaluthi²

¹Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI, ²Jurusan Fisika FMIPA IPB

Abstrak

Telah dibuat alat kendali level cairan secara otomatis berbasis mikrokontroler. Level cairan diindra oleh sensor ultrasonik dengan metode pemantulan gelombang pada frekuensi 40KHz. Proses pengendalian dilakukan dengan teknik kendali on-off oleh mikrokontroler. Alat ini dilengkapi dengan *Human Machine Interface* (HMI) menggunakan visual basic untuk mempermudah pengoperasian alat. Hasil pengujian sensor ultrasonik yaitu memiliki resolusi 1mm dan jangkauan pengukuran 80-400mm. Karakteristik sistem kendali setelah *rise time* diperoleh sangat stabil yaitu tidak terjadi fluktuatif pada toleransi ± 1 mm. Pada set point 300mm alat kendali ini memiliki *rise time* 539 detik.

Kata kunci: sistem kendali, sensor ultrasonik, mikrokontroler

PENDAHULUAN

Saat ini dan mendatang kemajuan dunia industri memprioritaskan pada peningkatan sistem kendali dan otomatisasi. Kebutuhan sistem kendali dan otomatisasi tidak hanya pada bidang industri, namun juga merambah pada aplikasi di bidang otomotif, pertambangan, transportasi dan berbagai bidang yang lainnya^[1]. Untuk membangun sistem kendali dan otomatisasi, membutuhkan sensor untuk mengindra fenomena fisis. Di industri, beberapa fenomena fisis tekanan, suhu, kelembaban, massa dan level air dikendalikan secara otomatis. Pada kesempatan ini fokus pembahasan pada pengendalian level air. Pengendalian level air sebenarnya digunakan untuk menjaga volume dan tekanan air dapat dipertahankan pada suatu nilai yang ditetapkan. Dalam sistem instrumentasi hidrolik, kondisi tekanan yang terkendali merupakan syarat mutlak untuk bekerjanya suatu sistem.

Proses pengendalian level cair membutuhkan sensor level untuk mengindra ketinggian permukaan air. Ada banyak cara yang digunakan untuk menentukan level air yaitu dengan pelampung, kapasitor, elektroda, *optoswitch*. Pengukuran level dengan kapasitor dan elektroda harus interaksi langsung dengan zat cair sehingga keadaan sifat kimia zat cair dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Pelampung biasanya digunakan untuk mengetahui level yang tidak menuntut ketelitian, sedangkan *optoswitch* biasanya mengalami kendala sifat fisik (kekeruhan, warna) dan sifat kimia zat cair. Oleh karena itu dilakukan pengembangan pengukuran level air menggunakan sensor ultrasonik.

Pengukuran level air digunakan sistem kendali untuk dapat mempertahankan keadaan level yang ditentukan secara otomatis. Informasi level permukaan air yang diindra oleh sensor ultrasonik dibandingkan dengan level air yang ditetapkan. Sistem kendali berperan menambah atau mengurangi level cairan sehingga dapat mencapai nilai level yang ditetapkan. Peran pengendalian dilakukan oleh piranti mikrokontroler yang mampu bekerja memproses data dalam orde mikrodetik. Penelitian ini mengembangkan sistem kendali level cairan menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler dengan memperhatikan parameter resolusi, jangkauan pengukuran, *rise time* dan kesetabilan.

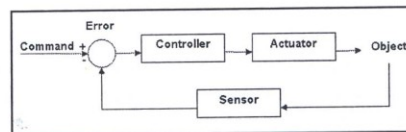
PEMBAHASAN Sistem Kendali

Penegendalian level cairan menggunakan sistem kendali lup tertutup yaitu memanfaatkan umpan balik. Umpan balik merupakan strategi yang dirancang untuk mencapai dan mempertahankan suatu kondisi yang diinginkan dengan mengukur proses kondisi, yaitu membandingkan kondisi yang terukur dengan kondisi yang diinginkan. Jika terdapat *error* diantara keduanya, maka secara otomatis menghasilkan sinyal koreksi yang akan membuat *error* tersebut menjadi nol^[2]. Error dinyatakan dalam : $E = SP - PV$,

Error adalah perbedaan antara *set point* (SP) atau nilai yang diinginkan dengan nilai yang terukur oleh sensor atau *present value* (PV). Saat nilai terukur terlalu kecil ($PV < SP$), nilai *error* adalah positif. Nilai *error* yang negatif menandakan bahwa nilai yang terukur oleh sensor adalah diatas nilai yang diinginkan ($PV > SP$)^[3].

Secara umum, sistem kendali lup tertutup dapat dinyatakan dalam diagram blok Gambar 1 yang terdiri dari:

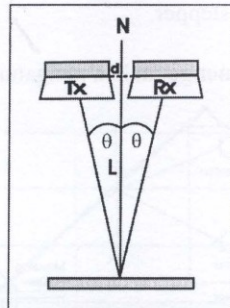
- Plant : sistem atau proses yang akan dikontrol yaitu aktuator.
- Input : nilai referensi yang diinginkan disebut *set point*.
- Alat ukur : alat pengukur yang berfungsi memberikan informasi keadaan yang sebenarnya disebut juga sensor.
- Pengontrol : alat algoritma yang mampu merespon sinyal kontrol agar menghasilkan output yang respek terhadap *set point* dan mengukur *present value* sehingga menghasilkan isyarat *error*.
- Output : keluaran yang telah dikendalikan dan dihasilkan oleh sistem^[4].



Gambar 1. Sistem kontrol lup tertutup

Sensor Ultrasonik

Pengukuran level cairan memanfaatkan pemantulan gelombang ultrasonik seperti Gambar 2. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi di atas batas pendengaran manusia yaitu diatas 20 kHz^[5]. Sensor ultrasonik bertugas untuk merespon rangsangan fisis dan mengubah energi menjadi satuan listrik berupa arus atau tegangan^[6]. *Transmitter* (Tx) adalah pemancar yang memancarkan sinyal ultrasonik dan *receiver* (Rx) adalah penerima yang menerima sinyal ultrasonik. *Transmitter* dan *receiver* disebut juga sebagai transduser ultrasonik yang biasanya ber-operasi pada frekuensi ± 40 kHz. Saat *transmitter* memancarkan gelombang ultrasonik dan terkena oleh suatu objek di depannya maka ada sebagian dari gelombang yang dipantulkan sehingga akan mengenai *receiver*. Waktu yang dibutuhkan untuk gelombang bergerak bolak-balik dari *transmitter* ke *receiver* dapat diketahui^[7,8].



Gambar 2. Pemantulan gelombang ultrasonik

Jarak (L) dari objek dapat dihitung tergantung dari kelajuan (v) gelombang ultrasonik dan waktu (t) bolak-balik dari gelombang ultrasonik serta besar sudut (θ) dari garis normal (N) tegak lurus dengan persamaan $L = vt \cos \theta / 2$. Untuk jarak (d) antara *transmitter* dan *receiver* yang sangat dekat dibandingkan jarak L ($d \ll L$) sehingga θ mendekati nol, dapat menganggap $\cos \theta = 1$.

Hasil pengukuran level jarak 0 mm – 400 mm pada wadah dengan dimensi $P \times L \times T = 20 \times 20 \times 50$ cm. Sensor ultrasonik mempunyai *resolusi* 1mm, batas minimum pengukuran yaitu 20 mm dan batas maksimum pengukuran yaitu 2.850 mm, namun berdasarkan pengukuran pada saat pengujian diperoleh tingkat kesalahan yang sangat kecil, terjadi pada jarak 0 – 70 mm sensor masih menunjukkan error sekitar 1 - 2 mm, namun pada jarak 80 - 400 mm pengukuran lebih akurat atau tidak terdapat *error*. Kesalahan pengukuran ini diakibatkan oleh sudut elevasi yang dibuat oleh *transmitter* dan *receiver* terhadap benda didepannya sehingga mempengaruhi perhitungan.

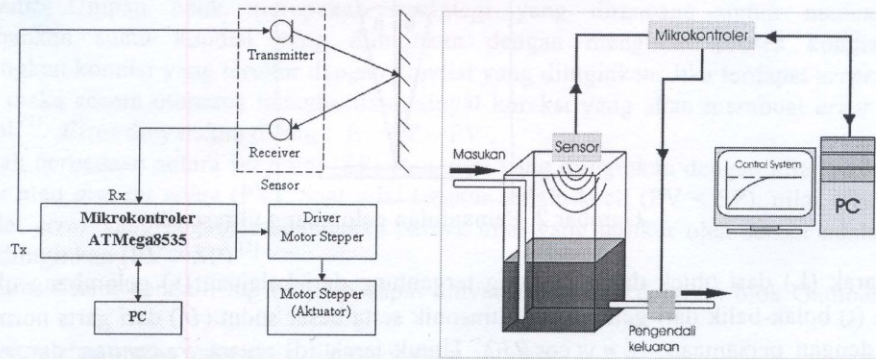
Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler dengan arsitektur RISC kini semakin berkembang pesat dan semakin banyak diminati dalam aplikasi sistem kontrol. Salah satu jenis mikrokontroler RISC yang sekarang banyak beredar di pasaran adalah mikrokontroler jenis AVR (*Atmel's processor*) dari Atmel^[9]. ATmega8535 adalah jenis mikrokontroler *low-power* CMOS 8-bit yang berdasarkan arsitektur AVR RISC. Pelaksanaan instruksinya menggunakan siklus clock tunggal dan mencapai *throughputs* mendekati 1 MIPS per MHz. ATmega8535 mempunyai 4 buah port (PORTA, PORTB, PORTC dan PORTD) yang semua mempunyai kemampuan sebagai I/O 8-bit *bi-directional*. PORTA dapat digunakan sebagai input analog sehingga berfungsi sebagai ADC^[10]. ATmega8535 mempunyai 3 buah Timer/Counter yang dapat digunakan sebagai pewaktu yaitu TCNT0, TCNT1 dan TCNT2. Untuk TCNT0 dan TCNT2 adalah jenis Timer/Counter 8-bit sedangkan TCNT1 adalah jenis Timer/Counter 16-bit.

Secara keseluruhan skema rangkaian pengendalian level cairan terlihat seperti Gambar 3. Fungsi masing-masing bagian rangkaian pada Gambar 3 adalah sebagai berikut :

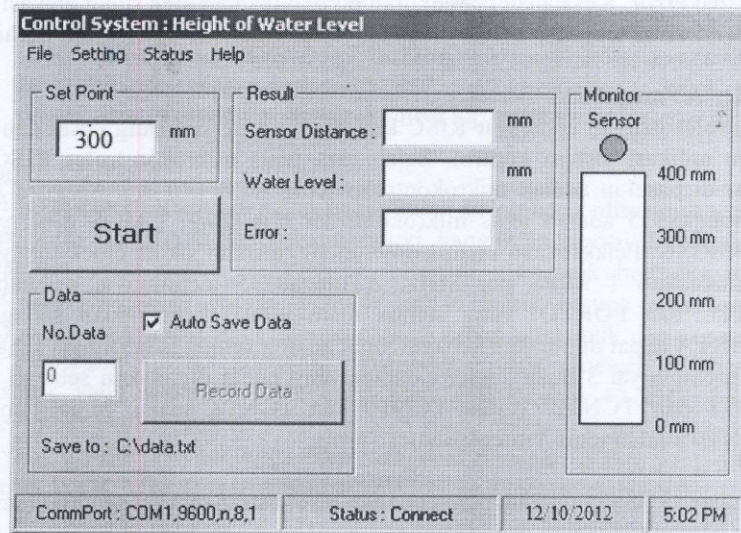
- Model Sensor ultrasonik
Terdiri dari *transmitter* yang memancarkan sinyal 40 kHz dan *receiver* sebagai penerima.
- Mikrokontroler
Penerima data dari rangkaian sensor yang akan diolah dan dikirimkan kepada PC menggunakan USART yang juga sebagai pengontrol aktuatur.
- PC (*Personal Computer*)
Pemrograman dan menerima data yang dikirim oleh mikrokontroler.
- Driver motor stepper

- Rangkaian pengatur gerak motor stepper.
 e. Aktuator (motor stepper)
 Pengatur ketinggian level cairan menggunakan pengaturan bukaan keran yang dikendalikan dengan motor stepper.



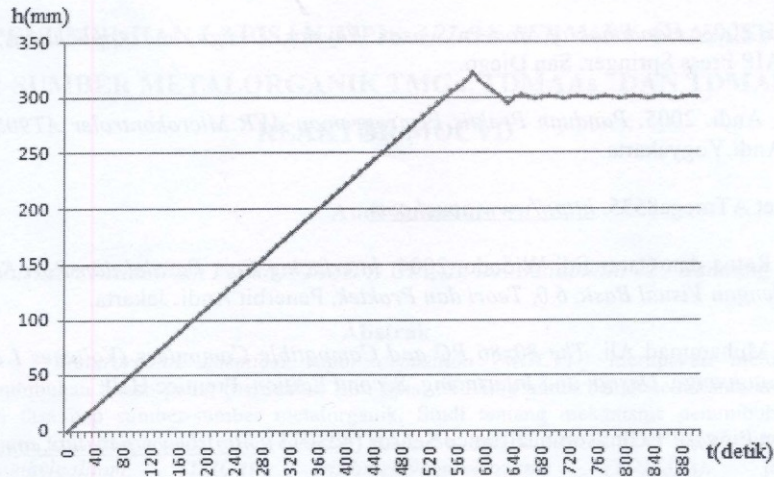
Gambar 3. Diagram blok fungsional

Pemrograman pada mikrokontroler menggunakan program *Bascom AVR 1.11.8.1* dan untuk tampilan di PC menggunakan program *VISUAL BASIC*. Dengan menggunakan software *VISUAL BASIC* dikembangkan *Human Machine Interface (HMI)* agar operator (manusia) dapat mengoperasikan sistem kendali lebih mudah^[11,12]. Fasilitas yang dibuat adalah penentuan *set point*, *Result* dan *monitoring* seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan HMI

Pengujian sistem kendali level cairan dilakukan dengan menentukan set point 300mm dengan waktu ambil data tiap 10detik Hasil pengujian karakteristik sistem kendali diperoleh sangat stabil yaitu tidak terjadi fluktuatif pada toleransi ± 1 mm. Pada set point 300mm alat kendali ini memiliki *rise time* 539 detik. Grafik karakteristik sistem kendali level cairan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik karakteristik sistem kendali level cairan

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa alat kendali level cairan otomatis berbasis mikrokontroler telah berhasil dengan baik. Level cairan diindra oleh sensor ultrasonik dengan metode pemantulan gelombang pada frekuensi 40KHz. Proses pengendalian dilakukan dengan teknik kendali on-off oleh mikrokontroler. Alat ini dilengkapi dengan *Human Machine Interface* (HMI) menggunakan visual basic untuk mempermudah pengoperasian alat. Hasil pengujian karakteristik sistem kendali diperoleh sangat stabil yaitu tidak terjadi fluktuatif pada toleransi ketinggian level ± 1 mm. Pada set point 300mm alat kendali ini memiliki *rise time* 539 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Kuo, Benjamin C. 1987. *Automatic Control Systems, Fifth Edition*. Prentice Hall Inc. Englewood cliffs. New Jersey.
- Hordeski, Michael. 1994. *Transducers for Automation*. Van nostrand reinhold company. New York.
- Jacob, J. Michael. 1989. *Industrial Control Electronics, Applications and Design*. Prentice Hall International Edition.
- Mahalik, Nitaigour Premchand. 2004. *Mechatronics : Principles, Concepts and Applications*. Tata McGraw-Hill Pub. Company Limited.
- Tipler, Paul A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik Edisi ke 3 jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- JJ, Carr. 1993. *Sensor and Circuit: Sensor, Transducer, and Suporting Circuit for Electronic Instrumentation, Measurment, and Control*. PTR Prentice Hall. New Jersey.

A.Aminudin, Irmansyah, L.Almanfaluthi /Sistem Kendali Level

ISBN. 978-979-96880-7-1

Data Sheet Ultrasonic Transducers. <http://www.datasheet.com>

Fraden, J. 2003. *Handbook of Modern Sensor. Physics, Design, and Applications, Third Edition.* AIP Press Springer. San Diego.

Pratomo, Andi. 2005. *Panduan Praktis Pemrograman AVR Mikrokontroler AT90S2313.* Penerbit Andi.Yogyakarta.

Data Sheet ATmega8535. <http://www.atmel.com>

Prasetia, Retna dan Catur Edi Widodo. 2004. *Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0, Teori dan Praktek.* Penerbit Andi. Jakarta.

Mazidin, Muhammad Ali. *The 80x86 PC and Compatible Computers (Volumes I & II) Assembly Language, Design and Interfacing, Second Edition.* Prentice Hall.

Data Sheet Ping)))™ Ultrasonic Distance Sensor (#28015). <http://www.parallax.com>

