

PENGEMBANGAN SISTEM PENGUKURAN KETINGGIAN AIR SUNGAI DATA TERSIMPAN DENGAN SENSOR JARAK ULTRASONIK PING BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S8252

Asrizal^{*)} dan Ora Sarinata^{**)}

^{*)} Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: asrizal_unp@yahoo.com

^{**)} Alumni Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang

ABSTRACT

Research to develop water level measurement system with embedded data is important to be conducted. The objectives of this research are to produce a water level measurement system with embedded data and to determine its characteristics. This research can be categorized into experiment research. Data were gotten by using measurement techniques to physical quantities on measurement system. Data were analyzed by using two methods, those are error theory and graph method. Based on the data analysis can be stated five this research results. First, pulse output of ultrasonic distance sensor is directly proportional with the level water with negative sensitivity, accuracy and precision of this sensor are high. Second, the measurement system of river water level with embedded data constructed by regulated power supply, microcontroller, IC74LS157, LCD and it has four push button switches, those are on/off, reset, send, and record. Third, the relationship between number display on LCD before and after calibration is a linear form each average deviation 1.50 % and 0.79 %. Forth, accuracy and precision of water level measurement system on laboratory testing activities are high. Finally, average accuracy value of measurement system on river water level testing is also high.

Keywords: measurement system, ultrasonic sensor, embedded data, water level, AT89S8252 microcontroller

PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu dari tempat aliran air yang merupakan sumber kehidupan. Sungai telah memberikan banyak manfaat bagi manusia seperti sumber air, sumber ikan dan makhluk hidup lainnya, alat transportasi, dan sebagainya. Ketinggian air sungai perlu dipantau agar sungai dapat berfungsi untuk menjaga keseimbangan aliran air. Namun, banyak faktor yang menyebabkan ketinggian air sungai berubah seperti material yang dibawa oleh sungai dan material yang dibuang manusia ke sungai. Akibatnya sering terjadi pendangkalan sungai yang dapat menyebabkan sungai kering pada

musim kemarau dan banjir pada musim hujan.

Ketinggian permukaan air sungai merupakan suatu parameter yang perlu dipantau secara cermat dan dianalisis perubahannya, terutama pada musim dan keadaan tertentu. Tujuan pemantauan ketinggian air sungai adalah untuk menjaga ketinggian air sungai sehingga kelangsungan kehidupan di sepanjang aliran sungai dapat terjaga, terutama bagi masyarakat pengguna air sungai tersebut. Dengan dasar ini pengukuran ketinggian air sungai merupakan suatu hal yang penting untuk dilakukan.

Pemantauan ketinggian air sungai yang dilakukan selama ini masih menggunakan peralatan manual dengan meletakkan skala

ketinggian air di pinggir sungai. Pengukuran secara manual memiliki beberapa kelemahan seperti ketelitian alat, kelalaian petugas, tidak kontinu, dan sebagainya. Pengukuran hanya dapat dilakukan ketika petugas mengamati dan akan berubah ketika ketinggian air berubah. Dengan cara ini, petugas yang teliti diperlukan untuk memantau ketinggian air sungai.

Di Indonesia masih banyak terdapat pengukuran ketinggian air yang dilakukan secara manual. Sebagai contoh di Jakarta, pengukuran ketinggian secara manual masih banyak dijumpai (Gagah Wijoseno, 2008). Pengukuran ini masih belum dilengkapi dengan sistem penyimpanan data. Hal ini berpengaruh terhadap pemantauan ketinggian air yang tidak maksimal dalam pengawasannya.

Sumatera Barat sebagai daerah yang memiliki sungai-sungai besar masih melakukan pengukuran secara manual. Pengukuran ini antara lain terlihat pada sungai batang arau, batang agam, batang ombilin termasuk danau maninjau dan danau Singkarak (Marganof, 2007). Oleh karena itu dibutuhkan sistem pengukuran yang mudah didapat, dibuat dan dioperasikan dengan data tersimpan.

Untuk mengatasi permasalahan ini diperlukan pengukuran ketinggian air sungai secara otomatis dengan data tersimpan. Sistem pengukuran ini merupakan penelitian tahap awal. Pemerintah Daerah dapat menggunakannya sebagai aplikasi praktis dalam pengukuran ketinggian air sungai dan memudahkan dalam pengambilan kebijakan. Penelitian ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut oleh yang peneliti lain.

Salah satu sensor yang dapat digunakan untuk mengindera permukaan air adalah sensor ultrasonik yang bekerja berdasarkan prinsip gelombang ultrasonik. Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mendeteksi jarak benda menggunakan sensor ultrasonik. Sebagai

contoh aplikasi dari sensor ultrasonik dalam proses industri (Peter Haupmann, 2002), deteksi posisi menggunakan sensor ultrasonik (Osman Parlaktuna, 2004), detektor jarak dengan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroller (Kiki Prawiroredjo, 2008), menggunakan sensor ultrasonik dan infra-merah untuk pengukuran jarak (Tarek Mohammad, 2009), dan analisis pengaturan jarak sensor ultrasonik dengan bahasa pemrograman C (Ahmad Zarkasi, 2009). Penelitian ini difokuskan pada aplikasi sensor jarak ultrasonik untuk mengukur level air sungai dengan data tersimpan.

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas. Hal disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersia medium yang dilaluinya (Ahmad Zarkasi, 2009). Frekuensi kerja gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat (Faris Septiawan, 2009).

Gelombang ultrasonik adalah satu macam gelombang mekanik yang frekuensi getar lebih tinggi dari gelombang suara. Gelombang ultrasonik datang dari getaran menyebabkan stimulasi dibawah tegangan dari transduser ultrasonik. Gelombang ultrasonik memiliki beberapa keuntungan berikut ini: frekuensi tinggi, panjang gelombang pendek, difraksi kecil, dan arah baik. Gelombang ultrasonik dapat dengan mudah melalui zat zair dan padat (Chen, 2008).

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara. Sensor menghasilkan gelombang suara, kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan

dan yang diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi benda yang memantulkannya (Ahmad Zarkasi, 2009). Suatu sensor ultrasonik adalah suatu transduser yang memancarkan frekuensi tinggi, tidak dapat didengar, menjalar dalam satu arah apabila elemen transduser bergetar. Sensor ultrasonik seharusnya menjadi pilihan pertama untuk mendeteksi benda nyata, zat cair, benda padat dari beberapa tipe permukaan seperti kasar, halus, dan berkilat, serta bentuk benda tidak teratur (Rahul Mehta, 2007).

Salah satu sensor ultrasonik yang dapat digunakan adalah sensor jarak ultrasonik yang menyediakan ketelitian, pengukuran jarak non kontak, jangkauan dari 2 cm sampai 3 m, dapat dengan mudah dihubungkan ke mikrokontroller, dan hanya memerlukan satu pin I/O. Sensor bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan menghasilkan suatu pulsa keluaran yang berhubungan dengan waktu yang diperlukan untuk gema gelombang kembali pada sensor. Dengan mengukur lebar pulsa gema, maka jarak antara sensor dengan benda target dapat dengan mudah dihitung. Jika gelombang ultrasonik berjalan melalui sebuah medium, Secara matematis besarnya jarak dapat dihitung dengan rumus:

$$d = \frac{vt}{2} \dots\dots\dots (1)$$

Dalam kasus aplikasi sensor ultrasonik untuk menentukan ketinggian air sungai, gelombang ultrasonik dari transmitter merambat kesegala arah melalui udara, sebagian dipantulkan kembali oleh permukaan air dan diterima oleh receiver. Dengan cara ini jarak antara sensor dengan permukaan air dapat ditentukan. Jika jarak sensor ultrasonik dengan dengan dasar sungai dinyatakan dengan y , jarak sensor dengan permukaan air dinyatakan dengan d , maka ketinggian air sungai dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$h = y - \frac{vt}{2} \dots\dots\dots (2)$$

Pulsa keluaran dari sensor ultrasonik diproses melalui mikrokontroller. Mikrokontroller merupakan suatu komputer chip tunggal yang tidak mahal. Komputer chip tunggal berarti sistem komputer masuk ke chip rangkaian terintegrasi. Mikrokontroller mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan menjalankan suatu program hingga membuatnya menjadi unggul. Mikrokontroller mempunyai keunggulan yaitu kemampuan untuk membentuk fungsi matematika dan logika, menyimpan dan menjalankan suatu program. Program mikrokontroller dapat membuat keputusan berdasarkan pada situasi yang diinginkan (Iovine, J, 2002). Mikrokontroller juga memiliki beberapa keunggulan lain yaitu dalam mengontrol masukan terprogram, memanipulasi data, mengirim keluaran, membaca informasi, menyimpan informasi, komunikasi, mengukur waktu dan mensaklar sesuatu. Salah satu tipe mikrokontroller yang dapat digunakan adalah AT89S8252 yang dilengkapi dengan tipe perangkat timer/counter, masing-masing dinamakan sebagai timer 0, timer 1, dan timer 2.

Memori penyimpanan data pada mikrokontroller disebut dengan EEPROM (*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*). EEPROM termasuk keluarga ROM yaitu memori yang hanya dapat dibaca, namun pada EEPROM programnya dapat dihapus dan ditulis ulang. Jika EEPROM sudah diprogram isinya akan tetap terjaga walaupun daya pada EEPROM ini diputuskan. EEPROM termasuk memori yang *nonvolatile* atau tidak mudah menguap.

EEPROM dapat dihapus secara listrik dengan perintah yang ada pada mikrokontroller. Untuk mengisikan data pada EEPROM langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghapus data pada EEPROM kemudian baru

memprogramkan data selanjutnya. EEPROM yang baru isinya selalu FFH. Hal ini dikatakan EEPROM dalam keadaan kosong. Hal ini berarti isi EEPROM selalu berlogika 1 atau tinggi. Proses pemogramannya adalah untuk mengubah logika 1 tersebut ke logika 0 (rendah). Jadi penghapusan EEPROM adalah mengubah logika 0 menjadi 1 kembali.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, penelitian untuk mengemban sistem pengukuran ketinggian air sungai perlu dilakukan. Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan suatu sistem pengukuran ketinggian air sungai secara otomatis dengan data tersimpan. Secara khusus tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: menyelidiki karakteristik statik sensor jarak ultrasonik, mendeskripsikan sistem pengukuran ketinggian air dengan data tersimpan, menyelidiki hubungan tampilan pada LCD dengan ketinggian air sebelum dan setelah proses kalibrasi, menyelidiki ketepatan dan ketelitian sistem pengukuran ketinggian air data tersimpan pada uji laboratorium, dan menentukan ketepatan sistem pengukuran ketinggian air sungai data tersimpan pada uji lapangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan termasuk pada penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang menyelidiki adanya pengaruh terhadap variabel terikat akibat perlakuan dari variabel bebas. Langkah-langkah untuk melaksanakan penelitian eksperimen yaitu melakukan survei kepustakaan yang relevan, mengidentifikasi variabel-variabel utama, menentukan rancangan eksperimen, menyusun alat, mengambil data, dan menganalisis data.

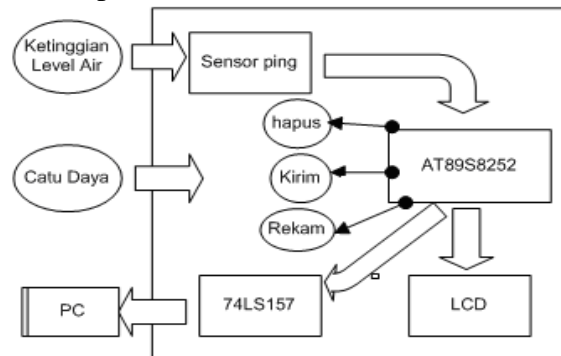
Variabel dalam penelitian ini terbagi atas tiga bagian yaitu: variabel bebas yang besarnya dapat diubah, variabel terikat yang besarnya tergantung pada variabel bebas, dan variabel kontrol yang nilainya

dapat dibuat tetap sehingga mempengaruhi terjadinya perubahan variabel terikat. Sebagai variabel bebas pada sistem adalah ketinggian air. Sebagai variabel terikat adalah pulsa keluaran sensor dan tampilan angka pada LCD sebelum dan setelah proses kalibrasi, sedangkan sebagai variabel kontrol adalah nilai dari komponen.

Dalam melaksanakan penelitian ini peralatan yang digunakan terdiri dari multimeter digital Winner M890G, Instek Osiloskop Gos-635G 35 MHz, dan meteran 1,5 meter. Multimeter digital digunakan untuk mengukur nilai komponen yang digunakan seperti resistor dan mengukur nilai tegangan keluaran dari catu daya teregulasi. Osiloskop digunakan untuk mengukur pulsa keluaran sensor jarak ultrasonik. Meteran digunakan untuk mengukur ketinggian air secara manual.

Dalam pembuatan sistem pengukuran ketinggian air sungai ini dibutuhkan beberapa komponen elektronika. Komponen elektronika meliputi: kapasitor, resistor, LED, LCD, dioda, IC regulator tegangan, baterai kering, mikrokontroler AT89S8252, IC74LS157, crystal, reset, soket 40 dan 14 kaki. Bahan-bahan lain yang digunakan dalam pembuatan instrumen adalah PCB polos, Ferri Clorida sebagai pelarut PCB, tombol, dan bahan kotak yaitu *acrylic* hitam.

Sistem pengukuran ketinggian air sungai menggunakan sensor ping sebagai pengindra. Tegangan sumber dari sistem memanfaatkan catu daya teregulasi. Blok diagram sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem pengukuran ketinggian air sungai

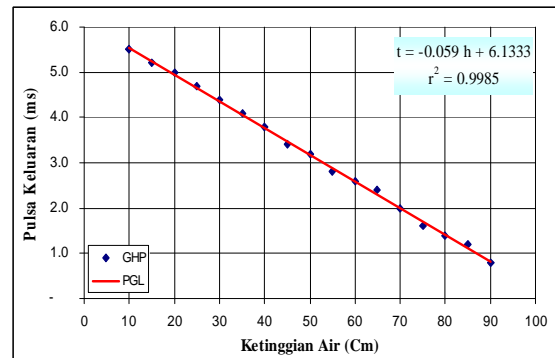
Pada sistem ketinggian air diindera oleh sensor jarak ultrasonik. Hasil penginderaan oleh sensor diproses oleh mikrokontroler. Hasil pengukuran ketinggian air ditampilkan pada LCD dan disimpan pada EEPROM yang ada di mikrokontroler AT89S8252. Hasil penyimpanan ketinggian air kemudian dikirim melalui IC 74LS157 dan dapat diamati pada komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, maka pada penelitian ini ada lima hasil. Kelima hasil penelitian yaitu: karakteristik statik sensor jarak ultrasonik Ping, deskripsi sistem pengukuran ketinggian air sungai, tampilan angka pada LCD, hasil uji sistem pengukuran ketinggian air pada laboratorium, dan hasil uji sistem pengukuran ketinggian air pada sungai.

1. Karakteristik Statik Sensor Jarak Ultrasonik Ping

Ada tiga karakteristik sensor jarak ultrasonik yang ditentukan dalam penelitian ini yaitu: ketepatan, ketelitian dan sensitivitas. Untuk mengetahui karakteristik sensor jarak ultrasonik dilakukan dengan cara memvariasikan ketinggian air dan melakukan pengukuran terhadap pulsa keluaran sensor. Penyelidikan karakteristik statik dari sensor dilakukan dengan cara memvariasikan ketinggian air dari 10 cm sampai 90 cm secara berulang. Dari data yang diperoleh diplot grafik hubungan waktu pulsa keluaran sensor dengan ketinggian air. Hasil plot data diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan pulsa keluaran sensor dengan tinggi air

Dari Gambar 2 dapat dikemukakan bahwa pulsa keluaran sensor jarak ultrasonik berkurang secara linear dengan kenaikan ketinggian air. Melalui pendekatan garis lurus diperoleh persamaan dalam bentuk :

$$t = 6,133 - 0,059 h \dots\dots\dots (3)$$

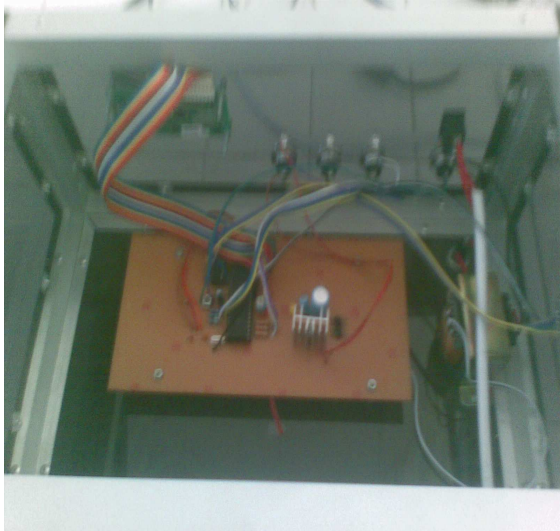
Angka 6,133 ms menyatakan nilai awal pulsa keluaran pada saat ketinggian air nol. Angka 0,059 ms/cm menyatakan kemiringan dari garis lurus yang tidak lain merupakan sensitivitas dari sensor.

Ketepatan sensor jarak ultrasonik ditentukan dari ketinggian air yang diukur dengan ketinggian yang dihitung dari pulsa keluaran. Berdasarkan data yang diperoleh didapatkan persentase ketepatan rata-rata pulsa keluaran sensor adalah 98,38 % dengan simpangan rata-rata 1,62 %. Ketelitian dari sensor jarak ultrasonik ditentukan dengan melakukan pengukuran pulsa keluaran sensor untuk setiap sampel ketinggian air sebanyak sepuluh kali. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui ketelitian rata-rata dari sensor adalah 0,962.

2. Deskripsi Sistem Pengukuran Ketinggian Air Sungai

Sistem pengukuran ketinggian air sungai dengan data tersimpan menggunakan sensor jarak ultrasonik ping sebagai pengindra. Sistem pengukuran ketinggian air sungai ini dapat menyimpan

ketinggian air pada memori yang ada pada mikrokontroler AT89S8252. Hasil penyimpanan ketinggian air kemudian dikirim dan dapat diamati pada PC. Rangkaian sistem pengukuran ketinggian air sungai secara keseluruhan dapat diperhatikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian sistem pengukuran ketinggian air

Dari Gambar 3 terdapat empat blok dari sistem. Pertama, catu daya teregulasi untuk mengoperasikan komponen aktif. Kedua, mikrokontroler untuk mengolah sinyal dari sensor. Ketiga, IC 74LS157 untuk menyesuaikan level tegangan antara mikrokontroler dengan PC. Keempat, LCD untuk menampilkan hasil pengukuran.

Pada Sistem pengukuran ketinggian air sungai dengan data tersimpan terdapat beberapa tombol untuk mengoperasikannya. Tampilan bagian depan sistem pengukuran ketinggian air dengan tombolnya diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk depan sistem pengukuran ketinggian air

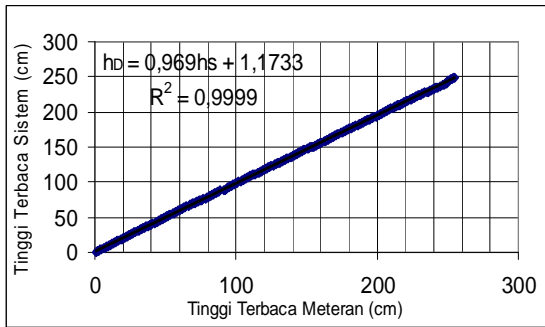
Gambar 4 merupakan tampilan dari sistem pengukuran ketinggian air sungai pada posisi tampak dari depan. Pada bagian depan terdapat beberapa tombol untuk mengoperasikan sistem. Pertama, tombol on/off untuk menghidupkan dan mematikan. Kedua, tombol reset untuk kembali ke tampilan nol. Ketiga, tombol hapus untuk menghapus data. Keempat, tombol kirim untuk mengirim data dari mikrokontroler ke PC. Kelima, tombol rekam untuk merekam data. Hasil pengukuran dalam waktu tertentu dapat pula diamati pada LCD.

Pada bagian samping sistem pengukuran ketinggian air sungai terdapat komponen DB9. Komponen DB9 merupakan port serial yang digunakan dalam proses pengiriman data dari sistem ke PC. Ketinggian air yang terbaca dan tersimpan dalam memori mikrokontroler dapat dikirim ke PC menggunakan kabel data. Pada bagian belakang sistem pengukuran terdapat sumber listrik berupa kabel.

3. Tampilan Angka Pada LCD Dari Sistem

Perubahan pulsa keluaran sensor diperoleh dengan memvariasikan ketinggian air. Mikrokontroler mencacah pulsa keluaran sensor dengan

mengkonversi kedalam bilangan heksa. Hasil cacahan ditampilkan oleh LCD dalam bentuk bilangan desimal. Hubungan data yang terbaca pada LCD dengan tinggi yang terbaca pada meteran standar sebelum proses kalibrasi diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan tampilan angka pada LCD dengan meteran sebelum proses kalibrasi

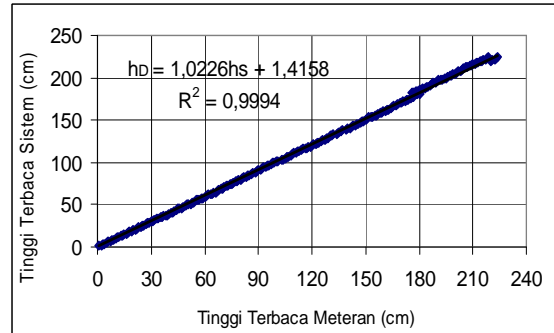
Dari Gambar 5 tampak bahwa data tinggi pada display akan naik seiring dengan naiknya tinggi pada meteran. Kecenderungan kenaikannya berbentuk garis lurus dengan kemiringan positif. Melalui pendekatan garis lurus didapatkan hubungan antara data LCD dengan data tinggi pada meteran memenuhi persamaan

$$h_D = 0,969 hs + 1,173 \dots \dots \dots (4)$$

Angka 0,969 menyatakan kemiringan garis lurus dari tinggi pada sistem pengukuran dengan perubahan tinggi menurut meteran. Artinya setiap kenaikan tinggi 0,969 maka tampilan display akan naik satu. Angka 1,173 merupakan tampilan display pada saat tinggi meteran sama dengan nol centimeter. Dari data yang diperoleh dapat diketahui ketepatan tampilan angka pada sistem pengukuran sebelum proses kalibrasi yaitu 98,49 % dengan rata-rata penyimpangan sekitar 1,50 %.

Dari data yang telah diperoleh terdapat perbedaan hasil pengukuran ketinggian yang terbaca antara display dengan ketinggian menurut meteran. Proses kalibrasi sistem pengukuran ketinggian air

sungai diperlukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan meteran standar. Data hasil pengukuran setelah kalibrasi sistem dengan ketinggian menurut meteran dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan tampilan angka pada LCD dengan meteran setelah proses kalibrasi

Dari Gambar 6 tampak bahwa data ketinggian air pada sistem pengukuran naik secara linear dengan pertambahan ketinggian air pada meteran. Kecenderungan kenaikannya berbentuk garis lurus dengan kemiringan positif. Melalui pendekatan garis lurus didapatkan hubungan antara data pada sistem pengukuran dengan data pada meteran dalam bentuk

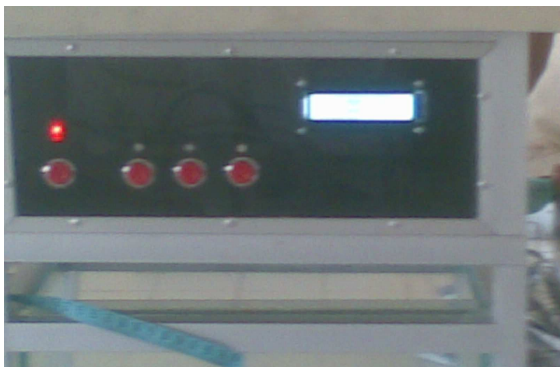
$$h_D = 1,0226 hs + 1,4158 \dots \dots \dots (5)$$

Angka 1,0226 menyatakan kemiringan garis lurus dari tinggi display terhadap perubahan tinggi menurut meteran. Artinya setiap kenaikan tinggi 1,0226 cm maka tampilan display akan naik satu cm. Angka 1,4158 merupakan tampilan display pada saat tinggi meteran sama dengan nol centimeter. Dari data yang diperoleh dapat diketahui ketepatan rata-rata dari tampilan angka pada display setelah proses kalibrasi yaitu 99,20 % dengan penyimpangan rata-rata 0,79 %.

4. Hasil Uji Sistem Pengukuran Pada Laboratorium

Sistem pengukuran yang telah dihasilkan diuji karakteristik statiknya melalui uji laboratorium. Uji laboratorium

dilakukan untuk mengetahui ketepatan dan ketelitian dari sistem pengukuran ketinggian air. Pada uji laboratorium, sistem ditempatkan di atas suatu bak air setinggi 1 meter yang terbuat dari kaca. Ketinggian air dapat divariasikan dengan memasukkan air melalui suatu selang. Hasil pengujian laboratorium dapat diperhatikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengukuran ketinggian air pada uji laboratorium

Dari Gambar 7, sistem pengukuran berada di atas dari bak kaca. Sensor jarak ultrasonik pada sistem pengukuran berjarak 104 cm dari dasar bak kaca. Bak kaca dilengkapi dengan meteran standar pada bagian tengahnya. Pengukuran pada skala laboratorium berada dalam kondisi perekaman setiap satu menit.

Ketepatan dari suatu sistem merupakan hal yang harus diperhatikan, karena dengan tidak tepatnya suatu sistem maka tidak akan diperoleh pengukuran ketinggian air yang optimal. Dari data yang diperoleh dapat

diketahui ketepatan sistem pengukuran ketinggian air dengan data tersimpan yaitu 97,99 % dengan rata-rata penyimpangan sekitar 2,01 %. Dengan demikian ketepatan sistem pengukuran ketinggian air dengan data tersimpan termasuk tinggi.

Untuk mengetahui tingkat ketelitian dari sistem pengukuran ketinggian air dengan data tersimpan dilakukan dengan bervariasi tinggi air dan menetapkan beberapa tinggi air sebagai acuan dan melakukan pengukuran sebanyak sepuluh kali setiap tinggi acuan. Tingkat ketelitian dari sistem pengukuran ketinggian air dengan data tersimpan adalah 0,995. Dari data ini dapat disimpulkan ketelitian dari sistem pengukuran ketinggian air dengan data tersimpan adalah tinggi.

5. Hasil Uji Sistem Pengukuran Ketinggian Air Pada Sungai

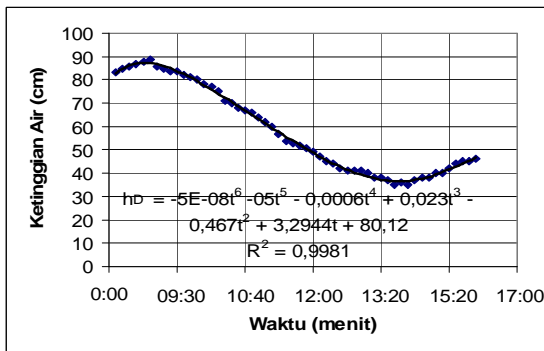
Pengujian kemampuan sistem untuk mengukur ketinggian air sungai dilakukan pada sungai Muaro Panjalinan Kelurahan Batang Kabung Kecamatan Koto Tangah Padang. Alasan pemilihan sungai Muaro karena ketinggian air sungai ini bervariasi dengan waktu disebabkan oleh pasang naik dan pasang surut. Pengujian dilakukan selama dua hari yaitu pada tanggal 22 dan 23 November 2009. Pemasangan sistem pengukuran ketinggian air dan meteran standar diperlihatkan pada Gambar 8.





Gambar 8. Pengukuran ketinggian air sungai

Pengujian sistem pengukuran ketinggian air sungai pada hari pertama dimulai dari 08.40 sampai 15.30 WIB. Sistem pengukuran ketinggian air sungai menyimpan data hasil pengukuran setiap 10 menit. Hubungan antara perubahan ketinggian air dengan perubahan waktu pada hari pertama dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan ketinggian air dengan perubahan waktu hari pertama

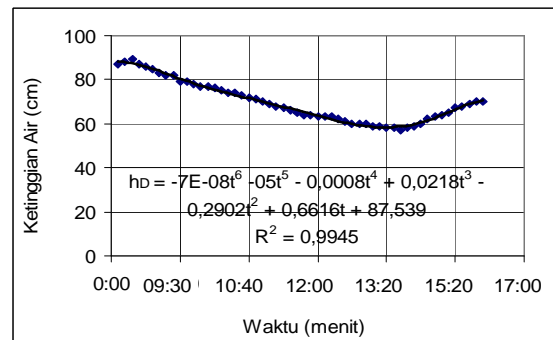
Dari data yang diperoleh pada Gambar 9 didapatkan hubungan ketinggian air yang terbaca pada sistem pengukuran ketinggian air sungai. Pengukuran ketinggian air sungai dilaksanakan pada saat kondisi cuaca cukup cerah. Dari Gambar 9 dapat dikemukakan bahwa pada pagi hari ketinggian air naik mendekati 90 cm sampai pukul 8.30. Kenaikan ketinggian air ini disebabkan oleh pasang. Kemudian ketinggian air berkurang sampai mencapai 35 cm pada waktu 13.30. Kemudian

ketinggian air sungai naik lagi disebabkan oleh pasang. Melalui pendekatan polinomial orde 6 didapatkan hubungan ketinggian air dengan waktu pada sungai Muaro Panjalinan dalam bentuk persamaan

$$h = 80,12 \times 10^{-8}t^6 - 0,5t^5 - 0,0006t^4 + 0,023t^3 - 0,467t^2 + 3,2944t \dots \dots \dots (6)$$

Persamaan 6 menunjukkan bahwa ketinggian air sungai mengalami perubahan terhadap pertambahan waktu. Koefisien korelasi dari persamaan adalah 0,998 yang artinya korelasi tinggi. Berarti 99,81 % variasi perubahan ketinggian air ditentukan oleh perubahan waktu. Ketepatan rata-rata sistem pengukuran pada hari pertama didapatkan 98,23 % dengan rata-rata penyimpangan sekitar 1,77 %.

Pengujian kemampuan sistem hari kedua dilakukan pada tanggal 22 November 2009. Hubungan antara perubahan ketinggian air dengan perubahan waktu dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan ketinggian air terhadap perubahan waktu hari kedua

Dari Gambar 10 dapat dijelaskan bahwa pada pagi hari ketinggian air sungai naik mendekati 88 cm pada pukul 8 pagi. Kemudian ketinggian air sungai berkurang mendekati 59 cm pada pukul 13.30 dan selanjutnya ketinggian air naik lagi. Melalui pendekatan polinomial orde 6 didapatkan hubungan ketinggian air sungai dengan waktu dalam bentuk persamaan

$$h = 87,539 \times 10^{-8}t^6 - 0,5t^5 - 0,0008t^4 + 0,0218t^3 - 0,2902t^2 + 0,6616t \dots \dots \dots (7)$$

Persamaan 7 menunjukkan bahwa ketinggian air sungai mengalami perubahan terhadap penambahan waktu. Koefisien korelasi dari persamaan adalah 0,994 yang artinya korelasi tinggi. Hal ini berarti, 99,45 % variasi perubahan ketinggian air ditentukan oleh perubahan waktu. Ketepatan rata-rata sistem hari kedua adalah 98,26 % dengan rata-rata penyimpangan sekitar 1,74 %. Dari data yang ditampilkan dapat dikemukakan bahwa sistem pengukuran ketinggian air sungai dapat mengukur ketinggian air sungai secara kontinu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dapat dikemukakan lima kesimpulan dari penelitian ini. Pertama, sensor jarak ultrasonik ping memiliki karakteristik statik yang baik dengan sensitivitas -0,059 ms/cm, ketepatan rata-rata 98,38 %, dan ketelitian rata-rata 0,962. Kedua, sistem pengukuran ketinggian air sungai dibangun oleh sensor jarak ultrasonik, mikrokontroler AT89S8252, display LCD, IC74LS157 dan catu daya teregulasi dan memiliki lima tombol fungsi yaitu: on/off, reset, hapus, kirim, dan rekam, serta tampilan LCD. Ketiga, tampilan angka pada display LCD berbanding lurus terhadap ketinggian dengan persentase simpangan rata-rata 1,50 % sebelum kalibrasi dan 0,79 % setelah proses kalibrasi. Keempat, ketepatan dari sistem pengukuran ketinggian air pada uji laboratorium termasuk tinggi yaitu 97,99 % dengan simpangan rata-rata 2,01 %, sedangkan ketelitian rata-ratanya juga tinggi yaitu 0,995. Kelima, ketepatan rata-rata sistem pengukuran ketinggian air sungai data tersimpan pada uji lapangan hari pertama adalah 98,23 % dengan simpangan rata-rata sebesar 1,77 %, sedangkan ketepatan rata-rata pada hari kedua adalah 98,31 % dengan simpangan rata-rata sebesar 1,69 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Zarkasi. (2009). **Analisis Pengaturan Jarak Sensor Ultrasonic-Dengan Bahasa Pemrograman C Menggunakan MCU AT89C51**. ElectronicLab, www.electroniclab.com.
- Chen. (2008). **Ultrasonic Sensor**. Hangzhou Success Ultrasonic Equipment Co., Ltd.
- Faris Septiawan. (2009). **Pengertian Sensor**. <http://ilham99.ngeblogs.com/2009/10/04/pengertian-sensor>.
- Gagah Wijoseno. (2008). **Pintu Air Manggarai Siaga III**. www.detiknews.com.
- Hauptmann, Peter. (2002). **Application of Ultrasonic Sensors in the Process Industry**. Review Article, Institute of Physics Publishing, Measurement Science and Technology. 13 (2002).
- Iovine, J. (2002). **Pic Microcontroller Project Book**. MC Graw Hill Book Company, USA.
- Kiki Prawiroedjo dan Nyssa Asteria, (2008). **Detektor Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrkontroler**. JETri, Volume 7, Nomor 2, Februari 2008.
- Marganof. (2007). **Model Pengendalian Pen-cemaran Perairan Di Danau Maninjau Sumatera Barat**. Bogor.
- Mehta, Rahul, (2007). **Ultrasonic Sensor Application Note**. March 30.
- Mohammad, Tarek. (2009). **Using Ultrasonic and Infrared Sensors for Distance Measurement**. World Academy of Science, Engineering and Technology 51.
- Parlaktuna, Osman. (2004). **Position Detection Using Ultrasonic Sensors**. In *Instrumentation & Control*.

Parallax. (2006). **Ultrasonic Distance Sensor**. Rocklin, California, USA, www.Parallax.com.

Tim IE Parallax. Application Note AN73. (2005). **Pengukur Jarak dengan Gelombang Ultrasonik**.