

Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai

Vidia Susilo, Dr.Eng Vecky C. Poekoel, ST., MT, Pinrolinvic D.K. Manembu, ST., MT.
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: vidiasusilo55@gmail.com

Flood are included in natural disaster that almost happen in every raining season, one of the cause of the floods are the silting of the river.

This river depth measure system using a Sonar MB7060 sensor and the data acquisition process using Arduino Uno so it can measure the depth of the river. The river depth measurement process is done from above of a Boat controlled by a remote control. Result of data from the river depth measurement processed done by Visual Basic so formed the contours of the riverbed.

Key Words : *Arduino Uno, Boat, Sonar MB7060 sensor, Visual Basic.*

Abstrak-- Banjir termasuk bencana alam yang hampir pasti terjadi pada setiap datangnya musim penghujan, salah satu faktor penyebab terjadinya banjir adalah pendangkalan sungai.

Sistem pengukuran kedalaman sungai ini menggunakan sebuah sensor Sonar MB7060 dan proses akuisisi datanya menggunakan Arduino Uno sehingga dapat mengukur kedalaman sungai. Proses pengukuran kedalaman sungai dilakukan dari atas *Boat* yang dikendalikan menggunakan *remote control*. Hasil data dari pengukuran kedalaman sungai diolah menggunakan *Visual Basic* sehingga dapat membentuk kontur dasar sungai.

Kata Kunci : *Arduino Uno, Boat, Sensor Sonar MB7060, Visual Basic.*

I. PENDAHULUAN

Bencana banjir termasuk bencana alam yang hampir pasti terjadi pada setiap datangnya musim penghujan, dimana bencana ini sangat banyak menimbulkan kerugian-kerugian besar pada masyarakat, Salah satu faktor penyebab terjadinya banjir adalah pendangkalan sungai. Dimana sungai tidak lagi berfungsi sesuai fungsinya. Sungai yang dangkal tidak akan mampu menampung air dalam jumlah besar sehingga air akan meluap menggenangi sekitarnya dan daerah-daerah yang rendah.

Kedalaman sungai harus selalu diukur secara periodik, karena kedalaman sungai berperan penting

untuk menampung air hujan dalam jumlah besar sehingga dapat mengurangi terjadinya banjir. Pada saat ini pengukuran kedalaman sungai sering kali hanya menggunakan sebuah galah yang cukup panjang yang dimasukkan ke dalam sungai dan harus dilakukan pengukuran diberbagai tempat agar mendapatkan data untuk membandingkan bagian-bagian terdalam pada sungai, hasil pengukuran menggunakan cara ini tidak akurat dan sangat berbahaya karena kita harus menyeberangi sungai dimana terdapat bagian-bagian sungai yang sangat dalam yang belum kita ketahui dan juga harus melawan arus sungai yang sangat deras.

Berdasarkan hal di atas, penulis mencoba untuk merancang sebuah alat pengukuran kedalaman sungai yang cepat, tepat serta efisien waktu dan dapat mendeteksi bagian-bagian sungai yang dangkal sesuai dengan hasil pengukuran, alat ini dilengkapi dengan sebuah sensor sonar yang dapat mengukur kedalam sungai, kemudian data hasil pengukuran akan dikirim ke komputer menggunakan komunikasi serial dan data hasil pengukuran tersebut membentuk kontur dasar sungai. Untuk mempercepat pendeteksian di bagian - bagian sungai maka alat ini diletakkan pada sebuah *boat* yang dapat dikontrol menggunakan *remote control*.

II. LANDASAN TEORI

A. Gelombang Ultrasonik

Gelombang bunyi adalah gelombang *longitudinal* yang dapat merambat melalui gas, zat padat, maupun cair dengan kecepatan yang tergantung pada sifat elastis dan sifat inersia medium rambat. Manusia hanya dapat mendengar gelombang bunyi dengan frekuensi antara 20 Hz sampai dengan 20 KHz. Gelombang bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz disebut gelombang infrasonik, misalnya gempa bumi, guntur, gunung berapi. Gelombang bunyi yang melebihi frekuensi 20 KHz disebut gelombang ultrasonik. Ultrasonik adalah ilmu yang mempelajari gelombang dengan frekuensi tinggi, biasanya melebihi 20 KHz (20.000 cycle per

detik). Pada dasarnya gelombang ultrasonik digunakan karena sifat gelombang ini tidak berbeda dengan sifat gelombang mekanik pada umumnya, yaitu dapat dipantulkan, dibiaskan, berinterferensi dan didifraksikan. Pantulan gelombang ultrasonik dapat menghasilkan gema dan datanya dapat ditampilkan dalam bentuk sinyal-sinyal pada layar osiloskop.

Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (*strain*) dan tegangan (*stress*). Proses kontinu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya. Medium yang umumnya digunakan sebagai perambatan gelombang ultrasonik adalah udara dan air. Kecepatan dari rambatan gelombang ultrasonik pada medium lain dipengaruhi oleh karakteristik medium yang dilaluinya. Karakteristik tersebut antara lain kelembaban, tekanan, dan suhu.

Panjang gelombang (λ) adalah jarak yang ditempuh gelombang suara dalam periode satu getaran. frekuensi (f) adalah banyaknya gelombang yang bergetar dalam waktu satu detik yang diberi satuan Hertz. Periode adalah waktu yang dibutuhkan gelombang menempuh satu panjang gelombang dan sebanding dengan $1/f$. Kecepatan ultrasonik (V) adalah jarak yang dilalui oleh gelombang persatuan waktu dan sebanding dengan panjang gelombang dibagi dengan periode. Karena periode dan frekuensi berbanding terbalik, maka hubungan antara kecepatan, panjang gelombang dan frekuensi untuk gelombang ultrasonik adalah

$$C = \lambda f \quad (1)$$

Di mana:

- C = Kecepatan Gelombang Ultrasonik (m/s)
 λ = Panjang Gelombang (m)
 f = Frekuensi (Hertz)

TABEL I. KECEPATAN BUNYI DALAM BEBERAPA MEDIUM

Medium	Cepat Rambat Bunyi (m/s)
Udara (0°C)	331
Udara (15°C)	340
Air (25°C)	1490
Air Laut (25°C)	1530
Aluminium (20°C)	5100
Tembaga (20°C)	3560
Besi (20°C)	5130

B. Sonar

Sonar (*Sound Navigation and Ranging*), adalah merupakan istilah Amerika yang pertama kali digunakan semasa perang dunia, yang berarti penjarakan dan navigasi suara adalah sebuah teknik yang menggunakan penjarakan suara dalam air untuk navigasi atau mendeteksi kendaraan air lainnya. Sementara itu, Inggris memiliki sebutan lain untuk sonar, yakni ASDIC (*Anti-Submarine Detection Investigation Committee*). Sonar terbagi menjadi 2 yaitu sonar aktif dan sonar pasif.

Alat sonar pertama digolongkan sebagai sonar pasif, di mana tidak ada sinyal yang dikirim keluar. Pada tahun 1918 Inggris dan AS membuat sistem aktif, di mana sinyal sonar aktif dikirim dan diterima kembali. Misalnya saja untuk mengetahui jarak satu obyek, petugas sonar mengukur waktu yang diperlukan oleh sinyal sejak dipancarkan hingga diterima kembali. Karena tidak ada sinyal yang dikirim pada sistem pasif, alat hanya mendengarkan. Pada sistem pasif maju, ada bank data sonik (sumber bunyi) yang besar.

Frekuensi yang digunakan oleh sonar berada pada daerah ultrasonik, yaitu di atas 20.000 hertz. Karena frekuensi tersebut tidak dapat didengar dan panjang gelombang pada daerah ultrasonik pada daerah ultrasonik sangat kecil sehingga difraksi yang terjadi juga semakin kecil, dan gelombang tidak akan menyebar.

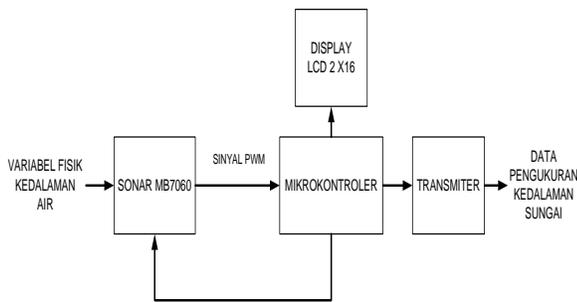
III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

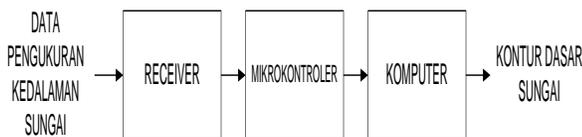
Penelitian dan perancangan alat ini dilakukan pada bulan Agustus 2014 sampai maret 2015. Pada perancangan sistem pengukuran kedalaman sungai ini dilakukan beberapa kali percobaan dalam merancang sistem pengukuran yang dapat mengukur kedalaman sungai dan dapat menampilkan kontur dasar sungai. Tempat penelitian dan perancangan alat dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kendali dan kedisiplinan penulis.

B. Konsep Dasar Perancangan Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai

Perancangan suatu sistem yang akan dibuat merupakan suatu tahapan yang sangat penting dalam membuat suatu program ataupun melanjutkan ke langkah selanjutnya, karena dengan perancangan tersebut diharapkan mendapatkan hasil yang baik dan maksimal, dalam perancangan sistem yang penulis buat adalah sistem pengukuran kedalaman sungai.



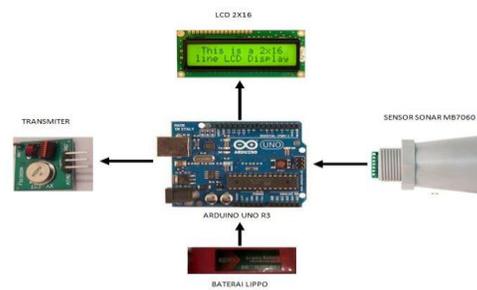
Gambar 1. Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai



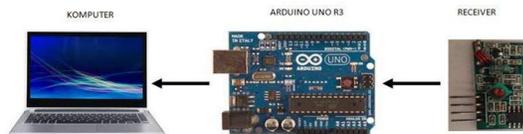
Gambar 2. Sistem Penerima Yang Ada Di Darat

Dalam perancangan sistem pengukuran kedalaman sungai (lihat gambar 1) terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang digunakan dalam sistem pengukuran kedalaman sungai meliputi Arduino Uno, sensor Sonar MB7060, LCD 2X16, dan sebuah modul *transmitter / receiver* 433MHz. LCD 2X16 berfungsi untuk menampilkan data dari sensor sonar.

Sistem pengukuran kedalaman sungai dibangun oleh beberapa sub-sub sistem dengan fungsi yang berbeda sehingga menjadi suatu kesatuan sistem yang besar dan memiliki ketergantungan satu dengan yang lainnya. Dimana Arduino Uno berfungsi sebagai sistem akuisisi data yang dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan, dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki, dan sensor sonar MB7060 merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur kedalaman sungai, lcd berfungsi untuk menampilkan data dari hasil pengukuran sensor sonar. Sistem pengukuran kedalaman sungai ini menggunakan 2 buah arduino yang berfungsi sebagai 1 *master* dan 1 *slave*, dimana kedua arduino akan saling berkomunikasi secara *wireless*. Cara berkomunikasi antara dua arduino menggunakan sebuah modul *transmitter/receiver* 433Mhz, fungsi dari *transmitter* yaitu untuk mengirimkan data hasil pengukuran ke sebuah *receiver* yang berada di darat dan data tersebut akan di tampilkan di sebuah komputer. Sistem pengukuran ini akan di letakkan di sebuah *boat* agar mempermudah dan mempercepat pengambilan data pengukuran kedalaman sungai (lihat gambar 2).



Gambar 3. Rangkaian Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai



Gambar 4. Rangkaian Sistem Penerima Yang Ada Di Darat

C. Perancangan Perangkat Keras Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai

Pada sistem pengukuran kedalaman sungai arduino uno berfungsi sebagai sistem akuisisi data, dari gambar rangkaian (lihat gambar 3) sensor yang digunakan yaitu sensor Sonar MB7060 yang berfungsi untuk mengukur kedalaman sungai menggunakan gelombang ultrasonik, data hasil pengukuran sensor Sonar MB7060 kemudian di olah menggunakan mikrokontroler arduino uno dan selanjutnya data pengukuran tersebut di tampilkan menggunakan lcd 2x16 dan data tersebut dikirim menggunakan modul *transmitter* 433mhz. Data yang dikirim *transmitter* akan diterima oleh *receiver* yang ada di darat kemudian data tersebut akan diolah kembali oleh mikrokontroler arduino uno dan selanjutnya data tersebut akan di kirim ke komputer menggunakan komunikasi serial (lihat gambar 4).

Untuk mengetahui batas minimal dan maksimal pengukuran sensor sonar ini dapat diketahui menggunakan rumus dibawah ini:

$$S = \frac{V \times t}{2} \tag{2}$$

Di mana:

- V = kecepatan suara (m/s)
- t = waktu tempuh (s)
- s = jarak (m)

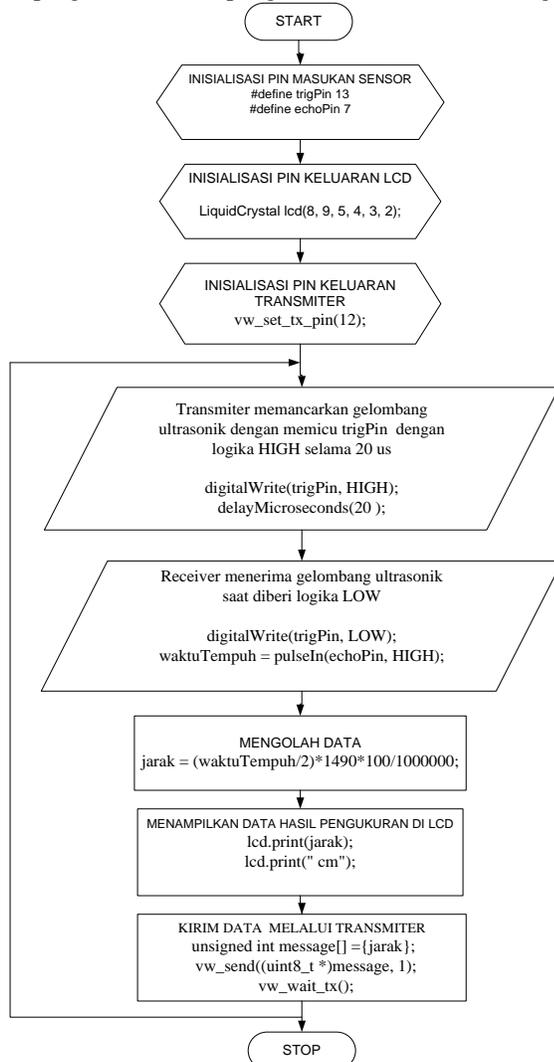
Hasil dari perhitungan menggunakan rumus persamaan (2) mendapatkan pengukuran minimum dari sensor sonar MB7066 yaitu 86,42 cm sedangkan pengukuran maksimalnya 33,078 m. Hasil tersebut di dapatkan dengan mengkalibrasikan dengan kecepatan rambat gelombang ultrasonik di dalam air sebesar 1490

m/s lihat TABEL 1, untuk mengetahui berapa besar error hasil pengukuran menggunakan sensor sonar maka dapat menggunakan rumus seperti di bawah ini.

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{Pengukuran Manual} - \text{Hasil Pengukuran Menggunakan Sensor Sonar}}{\text{Pengukuran Manual}} \times 100\% \quad (3)$$

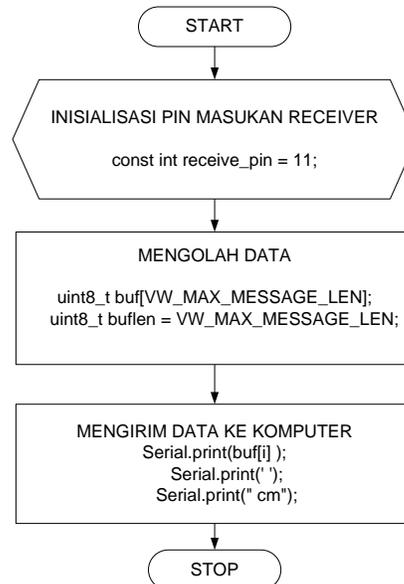
D. Perangkat Lunak Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai

Selanjutnya masuk ke tahapan pembuatan perangkat lunak yang berupa *Source code* yang sangat penting untuk membuat akuisisi data sistem pengukuran kedalaman sungai, *Source code* tersebut akan didownload ke mikrokontroler agar bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Gambar 5 merupakan diagram alir program sistem pengukuran kedalaman sungai:

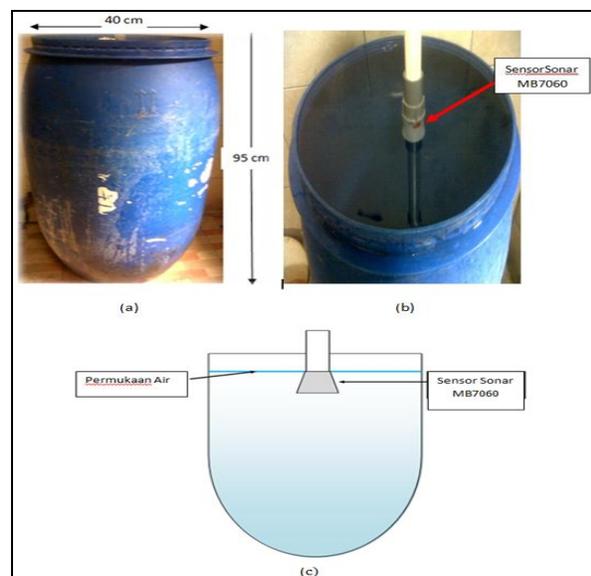


Gambar 5. Diagram Alir Program Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai

Hasil pengukuran kedalaman sungai kemudian akan dikirim menggunakan transmitter 433Mhz ke darat dan kemudian akan diterima oleh receiver yang ada di darat, selanjutnya masuk ketahap pembuatan program sistem penerima yang ada di darat dimana sistem ini terdapat sebuah *receiver* yang dapat menangkap hasil pengukuran kedalaman sungai yang dikirim oleh *transmitter* yang ada di dalam *boat*. Gambar 6 merupakan diagram alir program penerima hasil pengukuran kedalaman sungai yang ada di darat:



Gambar 6. Diagram Alir Program Receiver Sistem Pengukuran Kedalaman Sungai



Gambar 7. (a).Ukuran Tempat Penampungan Air, (b).Penempatan Sensor Sonar MB7060 Di Air, (c).Posisi Sensor Sonar MB7060

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

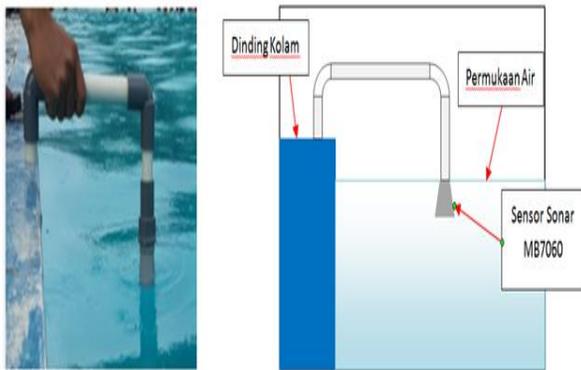
Untuk sistem *input* dilakukan pengujian pada sensor Sonar MB7060 dan tahap selanjutnya akan di lakukan pengujian pengukuran sensor sonar MB7060 dari atas *boat*.

A. Pengujian Sensor Sonar MB7060 di Air

Pengujian sensor dilakukan di sebuah tempat penampungan air (lihat gambar 7) yang berkedalaman 95 cm dan sebuah kolam. Presentase error di dapatkan dengan menggunakan rumus persamaan (3), dari data hasil pengukuran pada TABEL II menunjukkan error terbesar mencapai 0,96 % dan error terkecil -0,54%, Pengambilan data di atas dilakukan di sebuah penampungan air dengan cara sensor Sonar MB7060 di letakkan tegak lurus ke dalam permukaan air dan dalam keadaan diam.

TABEL II. HASIL PENGUKURAN SENSOR SONAR MB7060 DI SEBUAH PENAMPUNGAN AIR

Pengukuran Manual (Menggunakan Mistar)	Hasil Pengukuran Dengan Sensor Sonar MB7060	Waktu (uS)	Error (%)
87 cm	86,20 cm	1157	0.92%
89 cm	89,70 cm	1204	-0.79%
91 cm	90,22 cm	1211	0.86%
93 cm	93,50 cm	1250	-0.54%
95 cm	94,09 cm	1263	0,96 %



Gambar 8. Gambar Pengukuran Kedalaman Menggunakan Sensor Sonar Yang di Tempatkan Pada Pipa

TABEL III. HASIL PENGUKURAN KEDALAMAN DENGAN SENSOR SONAR MB7060 DI KOLAM

Pengukuran Manual (Menggunakan Mistar)	Hasil Pengukuran Sensor Sonar MB 7060	Waktu (uS)	Error (%)
120 CM	206,81 CM	2776	-72.34%
130 CM	218,81 CM	2937	-68.31%
140 CM	222,81 CM	2990	-59.15%
200 CM	164,12 CM	2230	17.94%
210 CM	171,95 CM	2301	18.12%
220 CM	183,75 CM	2463	16.48%
250 CM	412,88 CM	5542	-65.15%
500 CM	474,86 CM	6374	5.03%

B. Pengujian Pengukuran Sensor Sonar MB7060 Di Kolam

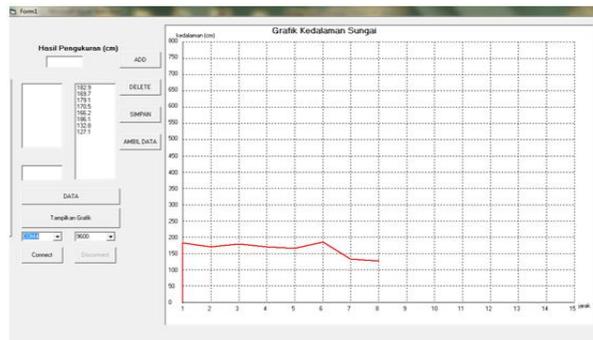
Pengujian ini dilakukan disebuah kolam, dimana sensor sonar MB7060 diletakkan didalam permukaan air (lihat gambar 8). Tempat pengujian ini dilakukan di sebuah kolam dengan ukuran kolam 36 x 20 meter di mana kedalaman kolam ini sangat bervariasi antara 120 cm sampai dengan kedalaman 5 meter . Presentase Error di dapatkan dengan menggunakan rumus persamaan (3), Dari data hasil pengukuran pada TABEL III menunjukkan error terbesar mencapai -72.34% dikedalaman 120 cm dan error terkecil 5.03% di kedalaman 500 cm, pengambilan data di atas dilakukan disebuah kolam dengan cara sensor sonar MB7060 di letakkan tegak lurus ke dalam permukaan air dan dalam keadaan diam, pengambilan data di kolam air ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran dari sensor sonar.

C. Pengujian Pengukuran Sensor Sonar MB7060 Dari Atas Boat

Pengambilan data dari atas *boat* di lakukan dengan cara sensor sonar MB7060 di letakkan di atas *boat* dengan posisi tegak lurus ke dalam permukaan air dan pengambilan data dalam keadaan posisi *boat* berhenti, pada saat boat berhenti sensor sonar akan mengirimkan gelombang ultrasonik ke permukaan dasar kolam dan pantulan dari gelombang tersebut akan diterima oleh *receiver* sensor sonar

TABEL IV. HASIL PENGUKURAN KEDALAMAN DENGAN SENSOR SONAR MB7060 DI KOLAM

Pengukuran Manual (Menggunakan Mistar)	Hasil Pengukuran Sensor Sonar MB7060	Error (%)
120 cm	182.9 cm	-52,42 %
130 cm	169.7 cm	-30,54 %
140 cm	179.1 cm	-27,92 %
200 cm	170.5 cm	14,75 %
210 cm	166.2 cm	20.86 %
220 cm	186.1 cm	15,41 %
250 cm	132.8 cm	46,88 %
500 cm	127.1 cm	74,58%



Gambar 9. Kontur Dasar Kolam Dari Visual Basic

kemudian data yang diterima *receiver* akan diolah oleh mikrokontroler setelah itu data tersebut akan dikirimkan menggunakan *transmitter* ke *receiver* yang ada di darat menggunakan gelombang radio dengan frekuensi 433 Mhz, setelah data diterima oleh *receiver* yang ada di darat data tersebut akan diolah kembali oleh arduino kemudian data tersebut akan di kirim ke komputer menggunakan serial komunikasi .

Presentase Error di dapatkan dengan menggunakan rumus persamaan (3), dari data pada TABEL IV error terbesar mencapai 74,58 % dan error terkecil mencapai 14,75%. Pengambilan data dari atas *boat* sangat rumit dikarenakan adanya riak dari permukaan air sehingga posisi *boat* dapat bergerak naik turun dan juga dapat membuat *boat* miring kekiri dan kanan, riak pada permukaan air membuat *boat* tidak stabil sehingga sangat mempengaruhi proses pengukuran, dari hasil pengukuran data yang di peroleh mendapatkan error yang cukup besar. dengan adanya riak pada permukaan air ini penulis membutuhkan metode khusus dalam pengambilan data pengukuran dimana penulis mengambil 10 data hasil pengukuran disatu tempat dan membagi 10 sehingga data yang di peroleh mendapatkan data rata-rata dari hasil pengukuran, data tersebut diproses menggunakan *Visual Basic*. Penggunaan *Visual Basic* bertujuan untuk menampilkan data hasil pengukuran dan menampilkan data tersebut dalam bentuk grafik (lihat gambar 9).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian sistem pengukuran kedalaman sungai dapat disimpulkan beberapa hal dan hasil dari penelitian yaitu:

Pemetaan kontur dasar sungai dapat dibentuk menggunakan sensor Sonar MB7060 dan mikrokontroler sebagai sistem akuisisi data.

Transmitter yang di letakkan pada boat dapat mengirim data ke *receiver* yang ada di darat sehingga data yang diterima oleh *receiver* diolah oleh mikrokontroler dan ditampilkan ke komputer menggunakan *Visual Basic*.

Error rata-rata setiap pengukuran di sebuah penampungan air yaitu 0.062%.

Error rata-rata setiap pengukuran di sebuah kolam yaitu 25.9%.

Error rata-rata setiap pengukuran menggunakan boat di sebuah kolam air yaitu 7.7%.

Riak pada permukaan kolam dapat membuat *boat* tidak stabil sehingga dapat mempengaruhi kinerja sensor sonar MB7060 dan dapat menghasilkan error

yang cukup besar pada hasil sistem pengukuran kedalaman sungai.

B. Saran

Perlu metode khusus untuk mengatasi riak gelombang permukaan kolam agar dapat merekam data dengan akurat menggunakan sensor sonar.

Sensor Sonar MB7060 bisa diganti dengan sensor sonar yang lebih bagus dan yang memiliki resolusi tinggi agar proses pengukuran semakin presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arduino Uno, oktober 2014. tersedia di <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoard/>.
- [2] D.C.Giancoli, " Fisika". Penerbit Erlangga, Jakarta 1999
- [3] A.Kadir,"Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan pemogramannya Menggunakan Arduino", Penerbit Andi, Yogyakarta 2012.
- [4] MB7060 Datasheet, tersedia di http://www.maxbotix/Ultrasonik_Sensor/MB7060.Html, Oktober 2014.
- [5] F.T.Patiung,"Rancang Bangun Robot Beroda Dengan Pengendali Suara", *Skripsi* Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Manado 2013.
- [6] R.L.Singgeta, "Rancang Bangun Robot Boat Navigasi Tanpa Awak". *Skripsi* Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Manado 2013
- [7] Transmitter And Receiver 433Mhz kit datasheet, tersedia di <http://robotshop.com/files/pdf/datasheet-im120628014.Pdf> ,November 2014.