



**PERANCANGAN DAN PENERAPAN ALAT UKUR KECEPATAN  
ALIRAN AIR SUNGAI PADA SUNGAI SEBENARNYA  
DENGAN MENGGUNAKAN EFEK DOPPLER**

**SKRIPSI**

Oleh

**Hendra Bagus Arie W**

**NIM. 081910201031**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2013**



**PERANCANGAN DAN PENERAPAN ALAT UKUR KECEPATAN  
ALIRAN AIR SUNGAI PADA SUNGAI SEBENARNYA  
DENGAN MENGGUNAKAN EFEK DOPPLER**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat – syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Hendra Bagus Arie W**

**NIM. 081910201031**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2013**

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN PENERAPAN ALAT UKUR KECEPATAN  
ALIRAN AIR SUNGAI PADA SUNGAI SEBENARNYA  
DENGAN MENGGUNAKAN EFEK DOPPLER**

Oleh

Hendra Bagus Arie W

NIM 081910201031

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Azmi Saleh, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Sumardi, S.T, M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Perancangan dan Penerapan Alat Ukur Kecepatan Aliran Air Sungai pada Sungai Sebenarnya dengan Menggunakan Efek Doppler*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember Pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 26 September 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua Penguji)

Pembimbing Anggota (Sekretaris)

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.

NIP. 19710614 199702 1 001

Sumardi, S.T., M.T.

NIP. 19670113 199802 1 001

Mengetahui,

Penguji I

Penguji II

Bambang Supeno, S.T., M.T.

NIP. 19690630 199512 1 001

Catur Suko Sarwono, S.T.

NIP. 19680119 199702 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

***DESIGN AND IMPLEMENTATION TOOLS TO MEASURE VELOCITY OF RIVER FLOW IN RIVER ACTUALLY USING DOPPLER EFFECT***

**Hendra Bagus Arie W**

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember*

***ABSTRACT***

*River has an important role in human life, especially in Indonesia, including for agriculture, and transportation facilities for daily activities. But, in high discharge and high velocity, the river actually be harmful to humans. For example, the frequent floods that hit Indonesia. If this is ignored then it will endanger human safety. Therefore, the velocity data of riverflow becomes very important to be monitored as one of the initial steps in anticipation of flooding. In this study, the velocity measuring devices are made using the principle of "Doppler Ultrasonic Flowmeter". This measure is based on the Doppler effect which corellating frequency shift and velocity. Data measurements displayed in graphical form by using Delphi interface. This measurement of waterflow is applied to the actual flow by using a measuring instrument currentmeter "Flowatch Fl-03" as a comparison to determine the level of precision. From the test results, the data obtained has a difference of measurement results on average by 8.02%. From the test results it can be concluded that the water flow velocity measuring instrument with Doppler effect is feasible to be applied on the actual measurement of water flow.*

*Keyword : water flow velocity, Doppler, Ultrasonic, Delphi*

# **PERANCANGAN DAN PENERAPAN ALAT UKUR KECEPATAN ALIRAN AIR SUNGAI PADA SUNGAI SEBENARNYA DENGAN MENGGUNAKAN EFEK DOPPLER**

**Hendra Bagus Arie W**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

## **ABSTRAK**

Sungai memiliki peranan penting bagi kehidupan manusia khususnya di Indonesia, diantaranya untuk pertanian, sarana perhubungan maupun untuk kegiatan sehari-hari. Namun dalam debit dan kecepatan aliran air yang tinggi, sungai justru dapat membahayakan bagi manusia. Misalnya saja bencana banjir yang sering melanda Indonesia. Bila hal ini diabaikan maka akan membahayakan keselamatan manusia. Oleh karena itu, data kecepatan air di aliran sungai menjadi sangat penting untuk dipantau sebagai salah satu langkah awal dalam mengantisipasi bencana banjir. Dalam penelitian ini, alat ukur kecepatan yang dibuat menggunakan prinsip “*Doppler Ultrasonic Flowmeter*”. Alat ukur ini didasarkan pada efek Doppler yang menghubungkan frekuensi pelayangan gelombang akustik dengan kecepatan aliran. Data hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk grafik dengan menggunakan *interface* Delphi. Pengukuran kecepatan aliran ini diterapkan pada aliran sebenarnya dengan menggunakan alat ukur *currentmeter* “*Flowatch Fl-03*” sebagai pembanding untuk mengetahui tingkat presisinya. Dari hasil pengujian, data yang diperoleh memiliki selisih hasil pengukuran rata-rata sebesar 8,02 %. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa alat ukur kecepatan aliran air dengan efek Doppler ini layak untuk diterapkan pada pengukuran aliran air sebenarnya.

Kata kunci : kecepatan aliran air, *Doppler*, ultrasonik, Delphi

## RINGKASAN

**Perancangan dan Penerapan Alat Ukur Kecepatan Aliran Air Sungai pada Sungai Sebenarnya dengan Menggunakan Efek Doppler;** Hendra Bagus Arie Wicaksana; 081910201031; 2013; 62 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Data kecepatan aliran air merupakan salah satu variabel penting dalam pengukuran debit air. Debit air yaitu jumlah air yang mengalir melalui suatu penampang dalam hal ini sungai tertentu per satuan waktu. Karena sulit untuk menghitung debit air secara langsung, pada umumnya pengukuran debit air dibantu oleh pengukuran beberapa variabel yang mempengaruhi jumlah debit air, diantaranya kecepatan aliran, kedalaman air atau luas penampang sungai itu sendiri. Dalam pengukuran kecepatan aliran fluida (flow meter) sendiri, terdapat berbagai macam metode salah satunya adalah metode pengukuran kecepatan aliran menggunakan prinsip efek *Doppler* menggunakan sensor ultrasonik. Prinsip dasar pengukuran kecepatan aliran dengan efek Doppler yaitu pada perubahan frekuensi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke aliran fluida dengan yang diterima oleh transducer. Perubahan frekuensi inilah yang besarnya sebanding dengan kecepatan aliran fluida tersebut. Penelitian menggunakan prinsip efek *Doppler* ini pernah dilakukan penelitian sebelumnya yang diterapkan pada aliran sungai digital. Oleh karena itu, diperlukan untuk dilakukan penelitian pengukuran kecepatan aliran menggunakan prinsip efek *Doppler* pada aliran sungai sebenarnya. Tujuannya adalah untuk mengetahui cara merancang alat ukur kecepatan aliran air dengan prinsip efek *Doppler* yang diterapkan pada sungai sebenarnya dan mengetahui tingkat ketelitian dari alat ukur tersebut.

Alat ukur kecepatan aliran dengan prinsip efek *Doppler* memiliki 3 bagian utama yaitu, pemancar ultrasonik, penerima ultrasonik, dan mikrokontroler. Pemancar ultrasonik terdiri dari IC 555 yang akan membangkitkan sinyal ultrasonik

yang kemudian akan dipancarkan melalui *transducer transmitter* ultrasonik. Penerima ultrasonik menerima sinyal melalui *transducer receiver* ultrasonik yang kemudian dikuatkan dan dikirim ke mikrokontroler. Mikrokontroler sebagai bagian utama berperan mengolah sinyal dan memprosesnya hingga didapat nilai kecepatan menggunakan persamaan *Doppler*. Nilai kecepatan yang terukur kemudian ditampilkan secara *real time* melalui LCD. Data pengukuran juga ditampilkan dalam bentuk grafik menggunakan *interface Delphi* pada komputer. Penggunaan *interface Delphi* untuk mempermudah dalam pemantauan dan penyimpanan data.

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini adalah pengukuran kecepatan aliran air menggunakan prinsip efek *Doppler* dengan sensor ultrasonik efektif digunakan sebagai alat ukur kecepatan aliran air pada sungai sebenarnya dengan nilai *error* pengukuran rata-rata adalah 8,02%. Nilai *error* pengukuran ini diperoleh dari hasil perbandingan pengukuran pada alat ukur kecepatan aliran *flowatch* F1-03 yang merupakan alat ukur kecepatan digital yang telah memiliki standart baku untuk pengukuran kecepatan aliran *fluida*. Diharapkan selanjutnya alat ukur kecepatan aliran menggunakan efek *Doppler* ini dapat dijadikan alternatif lain dalam pengukuran kecepatan aliran air.



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>x</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat .....	4
1.4.1 Tujuan .....	4
1.4.2 Manfaat .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Studi Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Sensor Ultrasonik.....	5
2.2.1 Pemancar Ultrasonik (Transmitter).....	7
2.2.2 Penerima Ultrasonik (Receiver).....	8

2.3	Efek <i>Doppler</i> .....	9
2.3.1	Penggunaan efek <i>Doppler</i> dalam pengukuran.....	10
2.3.2	Pengukuran kecepatan aliran fluida dengan ultrasonik .....	11
2.4	Mikrokontroler ATmega16 .....	12
2.4.1	Konfigurasi pin ATmega16.....	12
2.4.2	Organisasi Memori.....	14
2.4.3	Sistem Reset.....	15
2.5	Filter Digital.....	16

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

3.1	Jenis Penelitian .....	19
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2.1	Tempat Penelitian .....	19
3.2.2	Waktu Penelitian.....	19
3.3	Alat dan Bahan .....	19
3.3.1	<i>Hardware</i> .....	19
3.3.2	<i>Software</i> .....	20
3.4	Tahap Penelitian .....	20
3.5	Metode Penelitian .....	20
3.6	Desain <i>Hardware</i> .....	21
3.6.1	Desain Mekanik .....	21
3.6.2	Desain Elektronika.....	23
3.6.2.a	Pemancar Ultrasonic .....	24
3.6.2.b	Penerima ultrasonic.....	25
3.6.2.c	Pembentuk gelombang (schmitt trigger).....	25
3.6.2.d	Sistem Minimum ATmega16.....	26
3.6.2.e	Rangkaian mikrokontroler dan LCD .....	27

3.7	Desain <i>Software</i> .....	27
3.7.1	Pencacah Frekuensi.....	27
3.7.2	Filter .....	28
3.8	Metode Pengujian .....	29

#### **BAB 4. HASIL DAN ANALISA DATA**

4.1	Pengujian Rangkaian .....	30
4.1.1	Rangkaian Sistem Minimum.....	30
4.1.2	Rangkaian Penampil LCD .....	33
4.1.3	Rangkaian Pembangkit dan Penguat Sinyal <i>Transmitter</i> . ..	34
4.1.4	Rangkaian Penerima Ultrasonik .....	36
4.1.5	<i>Schmitt trigger</i> .....	37
4.1.6	<i>Power Supply</i> .....	38
4.2	Pengujian Program.....	39
4.2.1	Program Pencacah Frekuensi.....	39
4.2.2	Penghitung Kecepatan .....	41
4.3	Pengujian Sensor Ultrasonik.....	43
4.4	Pengujian Komunikasi Serial .....	45
4.5	Pengujian <i>interface</i> Delphi .....	46
4.6	Filter .....	52
4.7	Pengujian Alat Keseluruhan .....	58

#### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	60
5.2	Saran .....	60

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	19
Tabel 4.1 Pengujian PORT A.....	31
Tabel 4.2 Pengujian PORT B.....	31
Tabel 4.3 Pengujian PORT C.....	31
Tabel 4.4 Pengujian PORT D.....	32
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	38
Tabel 4.6 Pengujian <i>frequency counter</i> .....	41
Tabel 4.7 Pengujian Kecepatan dan Pergeseran Frekuensi.....	42
Tabel 4.8 Hasil pengukuran frekuensi terhadap jarak pantulan sensor ultrasonik.....	43
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Pengiriman Data Komunikasi Serial .....	46
Tabel 4.10 Tabel data nilai variabel filter saat pengukuran .....	57
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Alat , <i>Current meter</i> dan <i>error percent</i> .....	61

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik .....	6
Gambar 2.2 Rangkaian Pemancar Gelombang Ultrasonik.....	7
Gambar 2.3 Rangkaian Penerima Gelombang Ultrasonik .....	8
Gambar 2.4 peristiwa efek Doppler .....	10
Gambar 2.5 Pin ATmega16.....	12
Gambar 2.6 Map Memori Program Flash Memori .....	14
Gambar 2.7 Map Memori Program Data Memori.....	15
Gambar 2.8 Logika Reset Mikrokontroler AtMega16 .....	16
Gambar 3.1 Rancangan Sistem Mekanik .....	21
Gambar 3.2 Rancangan Sistem mekanik tampak depan .....	22
Gambar 3.3 Desain Elektronika alat pengukur kecepatan aliran air sungai..	23
Gambar 3.4 Rangkaian oscillator dengan IC NE555 .....	24
Gambar 3.5 Rangkaian penerima dan penguat ultrasonik.....	25
Gambar 3.6 Simbol <i>schmit trigger</i> .....	25
Gambar 3.7 Sistem minimum ATmega16.....	26
Gambar 3.8 Rangkaian Sistem minimum dan LCD.....	27
Gambar 4.1 Rangkaian LED untuk pengujian mikrokontroler .....	31
Gambar 4.2 Pengujian port pada mikrokontroler (a)port A (b) port B (c) port C (d) port D .....	32
Gambar 4.3 Pengujian display LCD .....	33
Gambar 4.4 Tampilan frekuensi <i>transmitter</i> pada LCD .....	35
Gambar 4.5 Sinyal <i>transmitter</i> sebelum penguatan .....	35
Gambar 4.6 Sinyal <i>transmitter</i> setelah penguatan .....	36
Gambar 4.7 Tegangan receiver (a) sebelum penguatan (b) setelah penguatan .....	37

Gambar 4.8	Sinyal awal yang diterima <i>receiver</i> .....	37
Gambar 4.9	Sinyal <i>receiver</i> setelah melewati <i>Schmitt trigger</i> .....	38
Gambar 4.10	Hasil pencacahan frekuensi dengan <i>frequency counter</i> .....	40
Gambar 4.11	Hasil pencacahan frekuensi dengan mikrokontroler .....	40
Gambar 4.12	Grafik <i>error percent</i> pengukuran frekuensi .....	44
Gambar 4.13	Pengujian komunikasi serial pada cvAVR.....	45
Gambar 4.14	Tampilan program GUI Delphi alat ukur kecepatan aliran air .	47
Gambar 4.15	Tampilan pengaturan port pada program .....	47
Gambar 4.16	<i>Screenshot</i> tampilan grafik pengambilan data kecepatan aliran air.....	48
Gambar 4.17	Tampilan untuk memilih file yang digunakan menyimpan data	49
Gambar 4.18	MessageBox (a) lokasi file (b) keterangan bahwa data telah tersimpan .....	49
Gambar 4.19	Data yang tersimpan di Excel.....	50
Gambar 4.20	<i>Block Parameters Digital Filter Design(magnitude response)</i> .	52
Gambar 4.21	Blok diagram <i>simulink</i> pada Matlab.....	53
Gambar 4.22	Grafik data kecepatan sebelum difilter.....	53
Gambar 4.23	Grafik data kecepatan setelah difilter .....	54
Gambar 4.24	<i>Block Parameters Digital Filter Design(coeffisient filter)</i> .....	55
Gambar 4.25	Blok Diagram Alat Keseluruhan .....	57
Gambar 4.26	Alat Ukur <i>Current meter flowatch</i> FI-03.....	58
Gambar 4.27	<i>Screenshot</i> tampilan LCD pengujian alat .....	59
Gambar 4.28	<i>Screenshot</i> pengujian <i>current meter flowatch</i> FI-03 .....	59
Gambar 4.29	Grafik perbandingan hasil pengukuran alat dan <i>current meter</i> .	62

## DAFTAR LAMPIRAN

- A. Listing Program Mikrokontroler ATmega16**
- B. Listing Program *Interface* Delphi**
- C. Foto Perangkat dan Pengujian Alat**
- D. Data Sheets**
  - 1. Data Sheet AtMega 16**
  - 2. Data Sheet LM555**
  - 3. Data Sheet HD74LS14**
  - 4. Data Sheet MC14049UB**
  - 5. Data Sheet LM358**