

SISTEM DETEKSI ELEVASI PERMUKAAN AIR SUNGAI DENGAN SENSOR ULTRASONIC BERBASIS ARDUINO

Abdul Chobir¹⁾, Asep Andang²⁾, Nurul Hiron³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi Tasikmalaya

E-mail: abdulchobir@yahoo.com¹⁾, andhang@unsil.ac.id²⁾, hiron@unsil.ac.id³⁾

Abstrak

Curah hujan yang tinggi ternyata mengakibatkan banjir pada sungai secara tiba-tiba, dengan laju ketinggian air yang cukup cepat, kondisi ini membutuhkan sistem yang berfungsi sebagai sistem peringatan dini mengenai ketinggian air sungai. Sistem ini dipercaya mampu memberitahukan informasi kepada pengguna secara cepat dan tepat terhadap kondisi ketinggian air sungai, sehingga dapat meminimalisir korban akibat banjir. Metode penelitian ini adalah implementasi deteksi banjir dengan menggunakan sensor ultrasonik menggunakan Arduino Uno. Sensor CPU yang digunakan adalah Arduino Uno dengan sensor ketinggian berbasis ultrasonik tipe JSN-SR04T dengan resolusi 0,5 cm. Data ketinggian air kemudian diolah di tampilan menjadi pada layar LCD. Pengujian dilakukan pada tingkat akurasi yang dari komunikasi antara sensor dengan Arduino Uno. Dari hasil pengujian dengan 6 ketinggian yang berbeda dihasilkan galat nol dengan layar LCD. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan sensor ultrasonik tipe JSN-SR04T dengan CPU Arduino Uno memberikan hasil yang akurat.

Kata Kunci : Sensor, JSN-SRT04, edisson, ultrasonic, Intel

Abstract

High intensity of rainfall, resulting of fast water elevation suddenly in the river, this condition requires a system that serves as an early warning system concerning water level of the river. This system is believed to disclose the information to users quickly and accurately the conditions of the water level of the river. This reseach focus on design and developpe the water level detection rearly warning system. This research method is the implementation of water level detection with ultrasonic sensor using Arduino Uno. The water level sensor used ultrasonic based with type of JSN-SR04T with resolution of 0.5 cm. Capture of water level data is processed by Intel edisson and then displayed on LCD screen. The sistem tests carried out at the accuracy of communication between the sensor to Arduino Uno. The resultst of this research shows that the sensor give the acuracy as good as manual mensurement. From these results, it can be concluded that the use of JSN-SRT04 sensors with Arduino Uno delivers accurate results.

Keywords : Sensor, JSN-SRT04, edisson, ultrasonic, Intel

I. PENDAHULUAN

Perubahan cuaca yang tidak menentu mengakibatkan curah hujan yang tidak merata dan sulit diprediksi. Banjir menjadi ancaman yang dapat menyebabkan kerugian yang tidak kecil. Beberapa upaya manusia mengendalikan banjir telah dilakukan, salah satunya melalui perbaikan dari teknik prediksi hujan, salah satunya dengan neural network multilayer dengan algoritma backpropagation[1], melalui analisis hidrologi, analisis hidrolika dan analisis[2], melalui sistem deteksi dini dengan monitoring ketinggian permukaan air sungai menggunakan mikrokontroler dan teknologi SMS[3], menggunakan sensor ultrasonik PING[4]. Deteksi ketinggian air sungai menggunakan teknik prinsip perbandingan tekanan dalam air berbasis mikrokontroler Atmega328 [5].

Teknik deteksi level air sungai menggunakan sensor ultrasonic saat ini banyak digunakan, salah satunya disebabkan akurasi yang cukup tinggi sehingga mengurangi kesalahan analisis. Sensor ultrasonik PING[4] memiliki akurasi 1 cm, jarak efektif pengukuran 3cm-3m[4], sementara jarak sensor ultrasonik tipe JSN-SR04T dari 25cm-4,5m sehingga sensor tipe ini dapat diletakan lebih tinggi dan lebih aman dari kondisi terendam air.

Sensor ultrasonik tipe JSN-SR04T menggunakan pin IO port TRIG pada tingkat signal minimal 5us, sensor JSN-SR04T akan mengirimkan signal dengan frekuensi 40 KHz dan kemudian memproses signal yang kembali. Signal dengan status high akan keluar dari pin IO port ECHO. Perbedaan antara signal keluar dan signal kembali menggunakan persamaan.

Proses menentukan jarak dari perbedaan signal pengiriman dan penerimaan kembali menggunakan persamaan berikut.

$$D = \frac{(HLT) \times (SS)}{2} \quad (1)$$

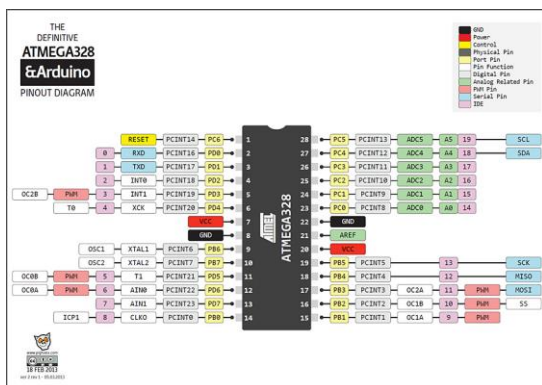
Dimana :

- D = Jarak (meter)
- HLT = high level time
- SS = Speed of Sound (340 m/s)

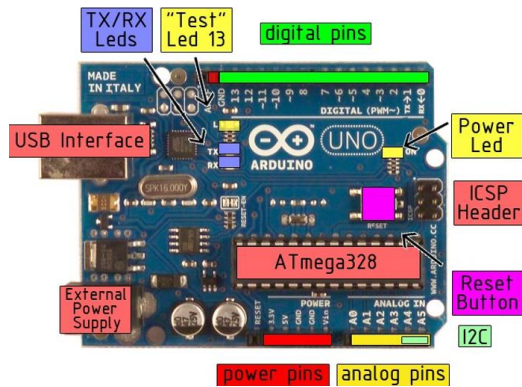
Arduino Uno merupakan papan circuit dengan prosesor jenis Atmega-328 dengan 28 pins, pada papan circuite terdapat 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP. Perbedaan Arduino Uno dengan Arduino adalah pada penggunaan chip khusus sebagai driver FTDI USB-to-serial [6]. Gambar 1 adalah papan circuit Arduino-Uno, sementara konfigurasi pin IC Atmega-328 sebagaimana Gambar 2. Gambar 3 merupakan blok diagram Arduino-Uno.



Gambar 1. Papan circuit Arduino-Uno dan Sensor JSN-SR04T[6]



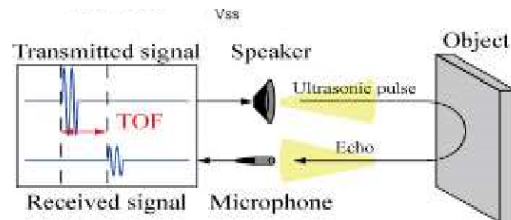
Gambar 2. Konfigurasi pin IC Atmega-328 [7]



Gambar 3. Blok diagram Arduino-Uno [6]

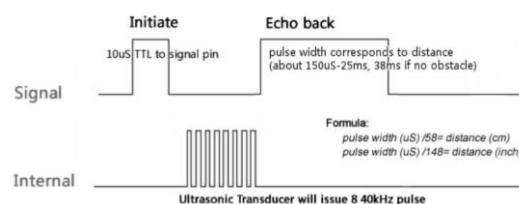
Gelombang ultrasonik merupakan gelombang suara dengan frekuensi di atas 20 kHz [8], sifat ultrasonik sama dengan gelombang suara pada umumnya, memiliki sifat memantul, merambat pada media padat dan udara dengan energi yang rendah, sehingga gelombang ini cocok untuk digunakan pada pengukuran jarak baik di udara maupun di dalam air[9].

Gambar 4. merupakan prinsip kerja sensor jarak dengan gelombang ultrasonic adalah dengan mengirimkan gelombang tertentu dan kemudian menghitung waktu ketika diterima kembali oleh sensor[10].



Gambar 4. Prinsip pengukuran jarak dengan gelombang ultrasonic [8]

Gambar 5. Sensor bekerja dengan cara mengirimkan 8 step singya ultrasonik dengan frekuensi minimal 40 kHz saat pulsa tegangan positif diberikan pada pin *triger* selama 10us. Selanjutnya, sinyal hasil pantulan yang kembali, akan diterima pada pin Echo. Mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut dapat dilakukan menggunakan persamaan (1), yaitu melalui selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal pantulan.

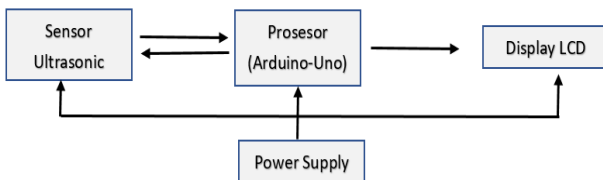


Gambar 5. Sistem pewaktu pada sensor HC-SR04

II. BAHAN DAN METODE

A. Perancangan dan pembuatan sistem

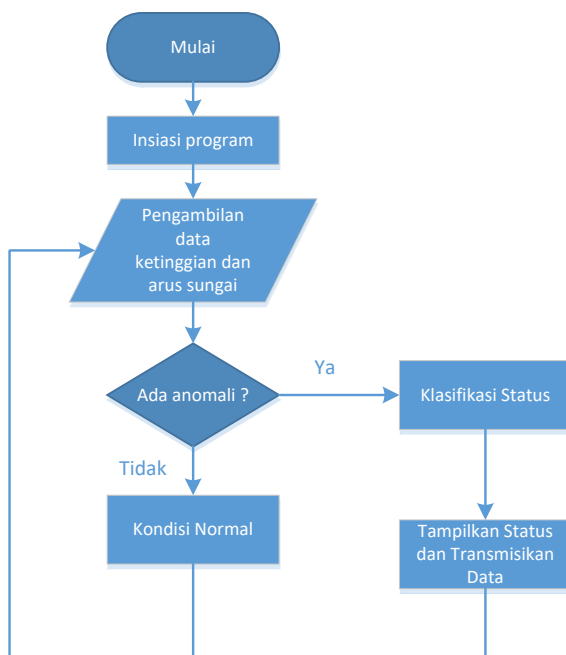
Gambar 6 merupakan arsitektur sistem, dimana sensor berinteraksi dengan mengirimkan perbandingan signal terkirim dan signal yang diterima kepada prosesor yang kemudian hasil akhir dari pengukuran dengan satuan meter ditampilkan pada display LCD).



Gambar 6. Arsitektur sistem

Gambar 7, menjelaskan tahapan proses sistem bekerja. Sistem dirancang sedemikian rupa, sehingga terjadi pengukuran elevasi permukaan air sungai secara terus menerus. Setelah dilakukan booting sistem melalui penyalaan catu daya, program akan diinisiasi dengan melakukan kalibrasi pada sensor kemudian dilakukan validasi pada sistem penyimpanan data serta validasi pada sistem transmisi data, setelah itu dilakukan pengambilan data dari sensor ketinggian serta sensor arus air.

Perancangan tiang penyangga sensor dan pengukuran dilaksanakan sebagaimana pada Gambar 8. Peletakan sistem sensor pada ketinggian yang berjarak sekitar 4m dari permukaan air sungai.



Gambar 7. Diagram alur deteksi banjir

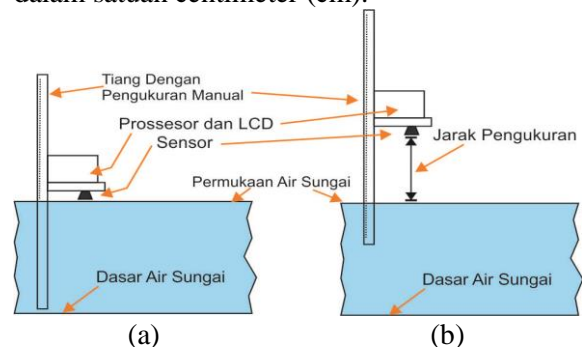


Gambar 8. Model sistem dan ilustrasi implementasi sistem

Gambar 9 merupakan rancangan konfigurasi komunikasi antara sensor ultrasonik JSN-SRT04 dengan Atmel-238. Sistem terdiri dari tiang yang dilengkapi dengan pengukuran manual, unit prosesor yang dilengkapi dengan Arduino-Uno dan display LCD, sensor ultrasonik yang mengarah pada permukaan air.

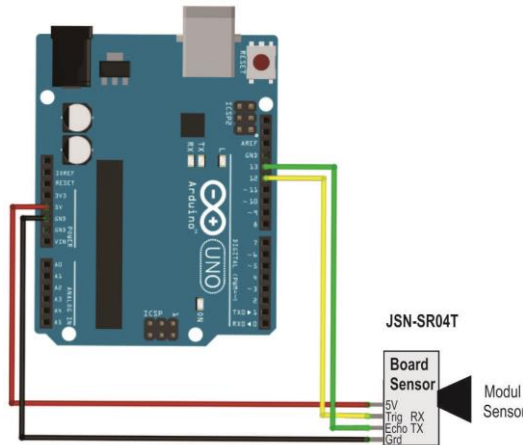
B. Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan sebagaimana pada Gambar 9. Gambar (a) adalah skenario dimana air sungai dalam kondisi naik atau pasang, sementara Gambar 9 (b) adalah skenario dimana air sungai dalam kondisi surut. Hasil pengukuran pada papan display LCD, kemudian dibandingkan pada tiang yang telah dilengkapi dengan pengukuran manual dalam satuan centimeter (cm).

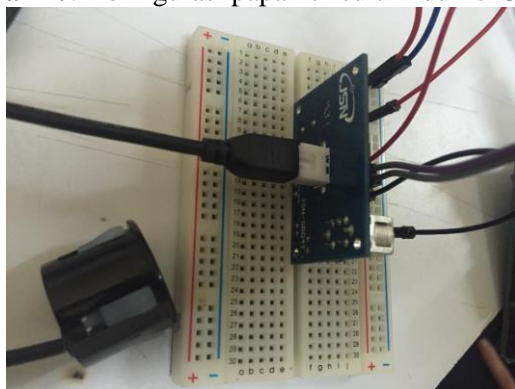


Gambar 9. (a) Skenario pengujian pada kondisi air sungai pasang, (b) Skenario pengujian pada air sungai surut.

Skematik komunikasi sensor dengan arduino semagaiman pada Gambar 10. Pin TX (Echo) pada sensor sebagai pengirim sinyal dihubungkan pada pin 13, sementara pin RX (Trig) sebagai penerima sinyal dihubungkan pada pin 12 di papan Arduino. Tegangan kerja sensor sebesar 5V disuplai dari papan arduino.



Gambar 10. Konfigurasi papan circuit Arduino-Uno



Gambar 11. Konfigurasi sensor JSN-SRT04



Gambar 12. Sketch komunikasi sensor terhadap Arduino-Uno

Program di atas terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

1. Deklarasi Variabel dan Pendefinisian Pin untuk menyatakan variabel-variabel apa saja yang akan digunakan berikut tipe data dan nilai awalnya.

```

int maximumRange = 450;
int minimumRange = 22;
long duration, distance;
    
```

Gambar 13. Sintak menentukan jenis variable yang akan digunakan

Port yang digunakan pada pin Intel Edison Arduino Breakout untuk terhubung dengan sensor ultrasonik adalah pin 7 dan pin 8, sementara untuk port yang terhubung dengan pin LED adalah pin 13

```

#define echoPin 7
#define trigPin 8
#define LEDPin 13
    
```

Gambar 14. Sintak perintah menentukan penggunaan port pada Arduino-Uno

2. *Setup* atau Inisialisasi. Tahapan ini berfungsi sebagai inisiator atau “penyala” program agar dapat berjalan pada fungsi *loop* utama dan fungsi lainnya. Jika program dijalankan, maka *sketch* dalam fungsi *setup* akan berjalan satu kali seperti di bawah ini.

```

Serial.begin(115200);
pinMode(trigPin, OUTPUT);
pinMode(echoPin, INPUT);
pinMode(LEDpin, OUTPUT);
    
```

Sketch diatas memulai dan menetapkan pin intel edison yang terhubung dengan sensor ultrasonik untuk pin *trigger* sebagai output dan pin *echo* sebagai input serta pin led sebagai output, komunikasi serial intel edison dengan komputer dengan kecepatan 115200 bps.

3. Fungsi *Loop* Utama (`void loop()`) akan mengeksekusi perintah secara berulang ulang. Adapun uraian dari program pada *loop* utama adalah sebagai berikut:

```

digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
    
```

Menyatakan durasi sisi *transmitter* dan *receiver* dalam proses kinerja ultrasonik serta mendefinisikan

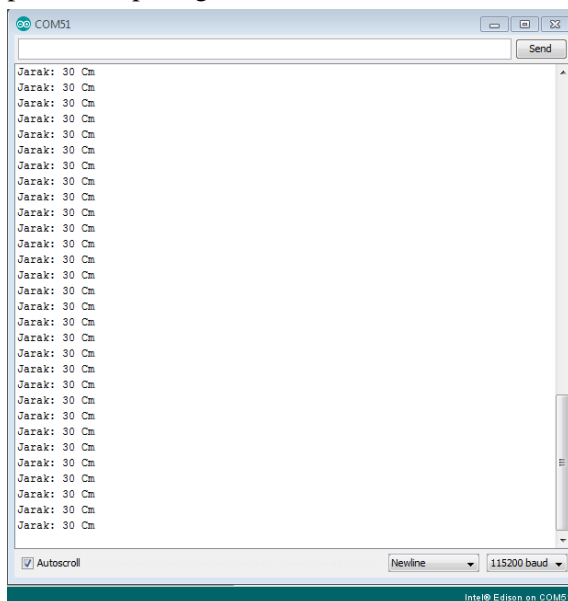
durasi dalam proses pendeteksian benda oleh sensor ultrasonik. $distance = duration/27/2$;

Menyatakan bahwa perhitungan jarak berdasarkan kecepatan suara.

```
if (distance >= maximumRange || distance <= minimumRange){  
  Serial.println("Out of range");  
  digitalWrite(LEDpin, HIGH);  
}  
else {  
  Serial.print("Jarak: ");  
  Serial.print(distance);  
  Serial.println(" Cm");  
}
```

Menyatakan program untuk menampilkan hasil pengukuran pada serial monitor.

Proses selanjutnya, program kembali ke baris awal pada fungsi void loop (). Hasil dari program diatas dapat dilihat pada gambar berikut:



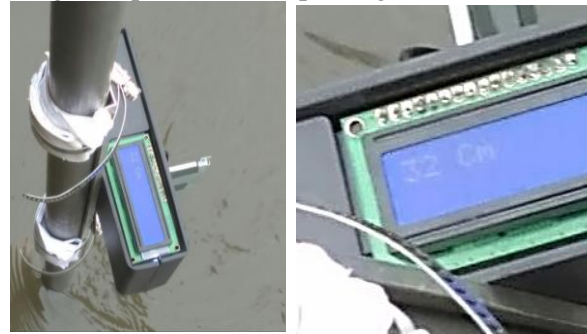
Gambar 15. hasil pengujian sketch untuk sensor jarak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian di lapangan dilakukan di sungai dengan menggunakan catu daya eksternal yaitu baterai. Pengujian ini untuk mengetahui sampai sejauh mana akurasi dari sensor jarak terhadap perubahan elevasi permukaan ketinggian permukaan air sungai yang sebenarnya.

Pengujian pertama dilakukan dengan mengatur ketinggian sensor sejauh 30 cm di atas permukaan air

sungai seperti dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 16. Pengujian 1

Pengujian kedua dilakukan pada obyek sungai yang sama hanya pengaturan ketinggiannya adalah 50 cm dengan gambar di bawah ini



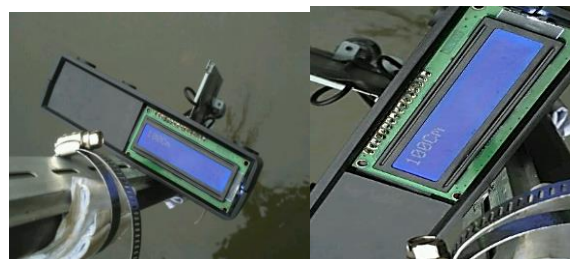
Gambar 17. Pengujian 2

Pengujian ketiga dilakukan dengan ketinggian 70 cm dari permukaan sungai seperti gambar di bawah ini



Gambar 18. Pengujian 3

Pengujian keempat selanjutnya dengan ketinggian 100 cm seperti gambar di bawah ini



Gambar 19. Pengujian 4

Pengujian kelima dilakukan dengan ketinggian 150 cm seperti gambar di bawah ini



Gambar 20. Pengujian 5

Pengujian keenam yang merupakan pengujian terakhir dengan ketinggian 200 cm seperti gambar di bawah ini



Gambar 21. Pengujian 6

Untuk mengetahui keakuratan tinggi yang di ukur oleh sensor ketinggian maka dilakukan dengan kalibrasi terhadap ketinggian air kemudian diukur dari tinggi air ke tinggi masing-masing pengujian.



Gambar 22. Proses Kalibrasi pengujian tinggi air

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat eror pengujian sama dengan nol seperti tabel di bawah ini

Tabel 1. Hasil Pengujian dan Kalibrasi serta Galat

Sampel Percobaan	Hasil Pengukuran (cm)	Hasil Pengujian (cm)	Error %
1	9.7	10	3.09
2	14.0	14.3	2.29
3	17.7	18	1.81
4	20.7	21	1.55
5	25.7	26	1.09
6	27.7	28	1.01
7	31.7	32	0.82
8	34.7	35	0.75
9	37.7	38	0.69
10	42.6	43	1.06
11	48.6	49	0.93
12	49.6	50	0.91
13	53.5	54	0.93
14	57.5	58	0.87
15	64.5	65	0.74
16	67.6	68	0.59
17	69.6	70	0.57
18	75.6	76	0.53
19	78.6	79	0.51
20	83.5	84	0.60
21	88.5	89	0.56
22	91.5	92	0.55
23	93.5	94	0.53
24	96.5	97	0.52
25	97.6	98	0.44
26	99.8	100	0.25
27	118.6	119	0.36
28	123.6	124	0.35
29	136.5	137	0.37
30	143.5	144	0.35
31	149.5	150	0.32
32	157.5	158	0.32
33	168.5	169	0.28
34	174.5	175	0.29
35	184.5	185	0.26
36	192.5	193	0.26
37	199.5	200	0.24
Error Rata rata			0.75



Gambar 23. Grafik perbandingan hasil pengukuran manual dan alat

Hal ini terjadi karena proses penampilan menggunakan 0 desimal dibelakang koma, untuk skala display satuan centimeter sudah mencukupi oleh karena itu dilakukan pembulatan.

IV. KESIMPULAN

1. Sensor jarak yang digunakan memakai prinsip kerja ultrasonik dengan mengukur pantulan gelombang dari yang di pancarkan, jarak maksimum sensor ini 5 meter. Hasil keluaran dari alat ini mempunyai resolusi 1 cm, sesuai dengan hasil pengujian.
2. Pengembangan untuk menampilkan dalam display serta di simpan dalam memori sd card, pengembangan lain sedang dilakukan untuk di transmisikan baik melalui ethernet maupun modem gsm

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. J. Yuniar, D. Rahadi S, O. Setyawati. Perbaikan Metode Prakiraan Cuaca Bandara Abdulrahman Saleh dengan Algoritma Neural Network Backpropagation. Jurnal EECCIS Vol. 7, No. 1, Juni 2013. Available at : <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=270333&val=7115&title=Perbaikan%20Metode%20Prakiraan%20Cuaca%20Bandara%20Abdulrahman%20Saleh%20dengan%20Algoritma%20Neural%20Network%20Backpropagation>.
- [2] G. G. T. Dewandaru dan U Lasminto. Studi Penanggulangan Banjir Kali Lamong Terhadap Genangan di Kabupaten Gresik. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print). Available at: https://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi8-uuyxo_TAhWKvY8KHx3_BCUQFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.ejurnal.its.ac.id%2Findex.php%2Fteknik%2Farticle%2Fdownload%2F6892%2F1939&usq=AFQjCNGhio1jKggTLN43BSe_4Cqb-LORQQ&sig2=ktsSQ7sL68Oqwcf-96Jy_w
- [3] R. Sulistyowati, H. A. Sujono, A. K. Musthofa. Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Dengan Media Komunikasi Sms Gate Way. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015. ISBN 978-602-98569-1-0. Available at: http://jurnal.itats.ac.id/wp-content/uploads/2015/10/7.-Riny-Sulistyowati_ITATS_OK.pdf
- [4] K. Saleh, Fauziyah, Hadi, Freddy. Sistem Pemantauan Ketinggian Permukaan Air Berbasis Mikrokontroler Basic Stamp-2 Menggunakan Memory Stick Sebagai Penyimpan Data. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013. Available at: <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/index.php/semirat/article/viewFile/781/601>
- [5] B Indarto, H. Sunarno, M. Fahrudin, D. B. Rahmat. Pengukuran Ketinggian Permukaan Air Sungai menggunakan Prinsip Tekanan Berbasis Mikrokontroler ATmega328. Jurnal Fisika Dan Aplikasinya. Volume 11, Nomor 3 Oktober 2015.
- [6] R. H. Sudhan, M. Ganesh kumar, A.Udhaya Prakash, S. Anu Roopa Devi, P. Sathiya. Arduino atmega-328 microcontroller. International journal of innovative research in electrical, electronics, instrumentation and control engineering. Vol. 3, Issue 4, April 2015. ISSN (Online) 2321-2004, ISSN (Print) 2321-5526. Available at: <http://www.ijireeice.com/upload/2015/april-15/IJIREEICE%206.pdf>
- [7] Atmel ATmega328/P [DATASHEET]. Available at: http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf
- [8] M. Kaur, J. Pal. Distance Measurement of Object by Ultrasonic Sensor HC-SR04. IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development| Vol. 3, Issue 05, 2015 | ISSN (online): 2321-0613. Available at <http://www.ijrsrd.com/articles/IJSRDV3I50440.pdf>
- [9] J.David and N.Cheeke, "Fundamentals of ultrasonic waves" CRC Press, Florida, USA, 2002, ISBN 0-84930130-0
- [10] Prawiroredjo K & Asteria N. 2008. "Detektor Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler". JETri. Volume 7. Nomor 2. 2008. ISSN 1412-0372 . Jurusan Teknik Elektro. FTI Universitas Trisakti.P41-52