

## **SISTEM PENDETEKSI BANJIR BERBASIS SENSOR ULTRASONIK DAN MIKROKONTROLER DENGAN MEDIA KOMUNIKASI SMS GATE WAY**

Riny Sulistyowati<sup>[1]</sup>, Hari Agus Sujono<sup>[2]</sup>, dan Ahmad Khamdi Musthofa  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITATS<sup>[1]</sup>  
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, ITATS<sup>[2]</sup>  
Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117  
e-mail<sup>1</sup>: [riny.itats@yahoo.com](mailto:riny.itats@yahoo.com)

### **Abstrak**

Sistem kewaspadaan akan banjir dari luapan sungai saat ini belum bisa bekerja dengan otomatis dan *realtime* untuk mengetahui ketinggian permukaan air sungai. Hal tersebut menyebabkan warga sekitar rata-rata tidak mengetahui saat permukaan sungai akan meluap. Pada penelitian ini dirancang sistem deteksi banjir yang bekerja secara otomatis dengan cara mengetahui ketinggian (level) permukaan air sungai. Sistem pemantauan ketinggian permukaan air ini dilakukan dengan mengimplementasikan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler, yang akan mengetahui ketinggian permukaan air yang dibuat pada level-level tertentu. Hasil uji rancang bangun sistem ini memiliki keakurasian pada sensor ultrasonik yang menghasilkan tingkat rata-rata *error* sebesar 1,121% dan tingkat kesalahan terhadap perubahan kecepatan ketinggian air pada waktu tertentu sebesar 1cm.

Kata Kunci : Sistem monitoring, ketinggian air, sensor ultrasonik

### **ABSTRACT**

*Vigilance system will flood from overflowing rivers not currently able to work with automatic and real-time to determine the height of the water level of the river. This causes around the average citizen does not know when the surface of the river would overflow. In this study designed flood detection system that works automatically by means knowing height (level) the water level of the river. System monitoring the water level is done by implementing an ultrasonic sensor-based microcontroller, which will determine the water surface elevation made at certain levels. The result of the design of this system has the accuracy of the ultrasonic sensor that generates an average rate of error of 1.121% and the error rate to changes in the speed of the water level at certain times of 1cm.*

*Keywords: monitoring system, the water level, the ultrasonic sensor*

### **PENDAHULUAN**

Bencana banjir masih terjadi secara teratur dan terus-menerus di Indonesia. Banjir dapat terjadi akibat volume air yang berada di sungai melebihi badan sungai. Banyak dampak yang ditimbulkan oleh banjir, tidak hanya kerugian secara material, banjir juga dapat menimbulkan korban jiwa. Dampak dari banjir dapat dikurangi jika masyarakat lebih siap dalam menghadapi datangnya banjir tersebut. Salah satu caranya adalah dengan menyebarkan informasi level ketinggian air sungai secara cepat ke masyarakat.

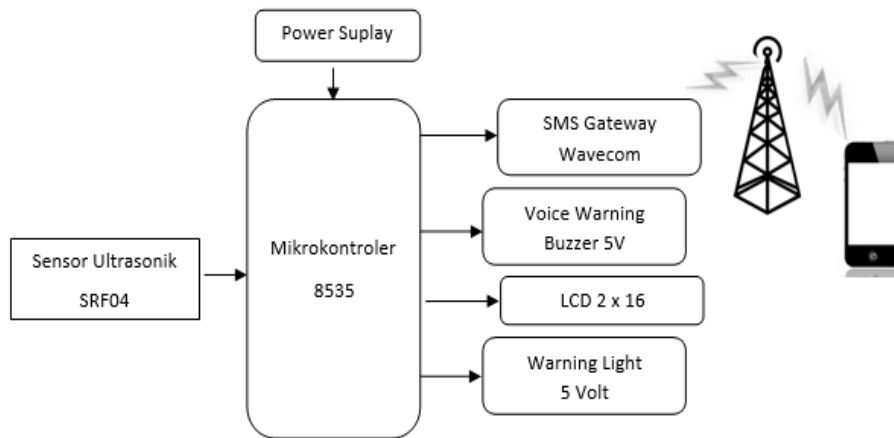
Mendeteksi ketinggian permukaan air dapat dilakukan dengan menggunakan *radar Doppler*, tetapi memerlukan rancangan perangkat keras yang rumit [1] [2]. Cara tersebut selain rumit juga memerlukan biaya yang cukup besar. Alternatif lain yang lebih ekonomis, mendeteksi ketinggian permukaan air dilakukan menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler [3]. Pada penelitian tentang sistem pemantauan ketinggian permukaan air dengan tampilan pada situs jejaring sosial twitter sebagai peringatan dini terhadap banjir, hasil yang diperoleh berupa suatu sistem peringatan banjir yang terhubung dengan jejaring sosial twitter [4]. Tetapi jejaring sosial twitter tidak bisa dan mudah diakses oleh semua tingkat masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu sistem yang dapat mendeteksi level ketinggian air sungai dan menyebarkan informasi tersebut secara cepat ke masyarakat melalui media sms gateway.

## RANCANGAN DAN METODE

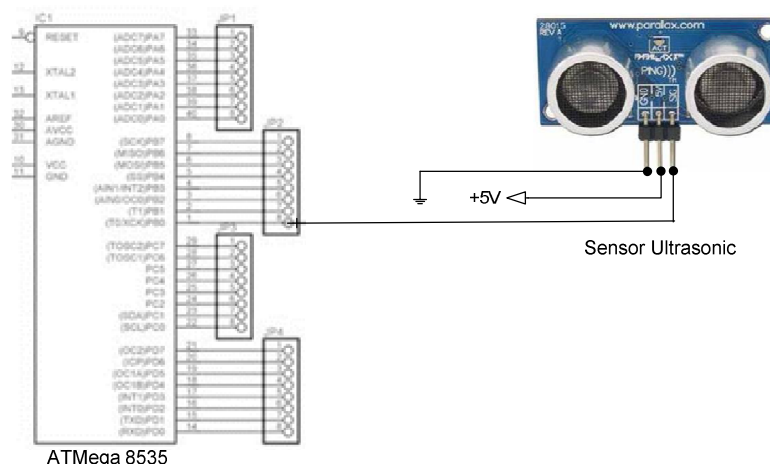
### Rancangan Penelitian

Blok diagram sistem pendeteksi banjir ditunjukkan pada gambar 1. Sistem menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroller ATmega 8535 dengan output *light voice alarm*, *sms gateway* dan tampilan *LCD*.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Gambar 2 menunjukkan rancangan sensor ultrasonik yang dihubungkan dengan mikrokontroler. Ultrasonik adalah sensor yang bekerja dengan mengirimkan gelombang tertentu dan kemudian menghitung waktu ketika diterima kembali oleh sensor [5]. Gelombang ultrasonik bekerja pada frekuensi mulai dari 20 kHz hingga 20 MHz. Frekuensi kerja gelombang ultrasonik dibatasi oleh media termasuk kepadatan rendah dari gas, cair dan fasa padat.



Gambar 2. Rancangan sensor ultrasonik terhubung dengan mikrokontroler

Karakteristik fisik gelombang ultrasonik adalah gelombang yang timbul dari gerakan mekanis dengan frekuensi lebih besar dari batas atas kisaran pendengaran manusia yaitu 20 kHz. Gelombang ultrasonik merambat dalam dua jenis. Gelombang periodik terbentuk ketika beresilasi gelombang terjadi secara berkala dan terus menerus. Dalam kondisi ini, partikel di *wavepoints*

sama memiliki fase yang sama. Jarak antara nilai berturut-turut maksimum osilasi (gelombang *transversal*) atau jarak antara nilai-nilai kompresi berturut-turut osilasi (gelombang *longitudinal*) disebut panjang gelombang. Periode (T) adalah waktu yang dibutuhkan untuk pergi melalui satu siklus lengkap. Hubungan antara panjang gelombang dan periode dinyatakan dalam persamaan:

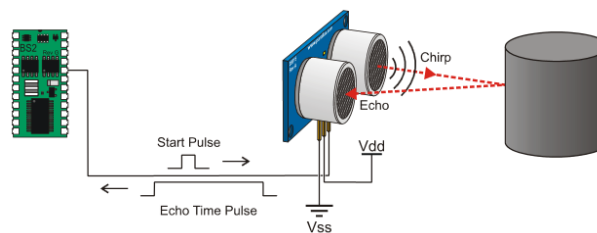
$$\lambda = C.T \quad (1)$$

Persamaan (1) dapat juga ditulis sebagai kecepatan gelombang dibagi oleh frekuensi seperti berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2)$$

sedangkan, gelombang frekuensi (f) adalah tingkat osilasi.

Sebuah pemancar dan penerima ultrasonic PING digunakan sebagai sensor pengukur jarak sebuah objek dalam hal ini benda padat. Penggunaan sensor jenis ini sangat sederhana dan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler melalui sebuah pin input dan pin output. Ilustrasi cara kerja sensor ultrasonic PING ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi cara kerja sensor ultrasonic PING [6]

Sensor ultrasonik ini terdiri dari dua rangkaian yang bekerja sebagai pemancar ultrasonik (Tx) dan rangkaian penerima (Rx). Rangkain sensor yang berfungsi sebagai pemancar akan memancarkan gelombang ultrasonik dengan Frekuensi tertentu, kemudian apabila terjadi benturan terhadap suatu benda atau objek maka gelombang ultrasonik akan dipantulkan kembali dan diterima oleh rangkaian sensor yang berfungsi sebagai penerima. Maksimum jarak yang dapat dibaca sensor ultrasonik adalah 2 hingga 3 meter. Jarak sensor terhadap objek pantul dapat dihitung dengan rumus (3) berikut ini:

$$s = \frac{v.t}{2} \quad (3)$$

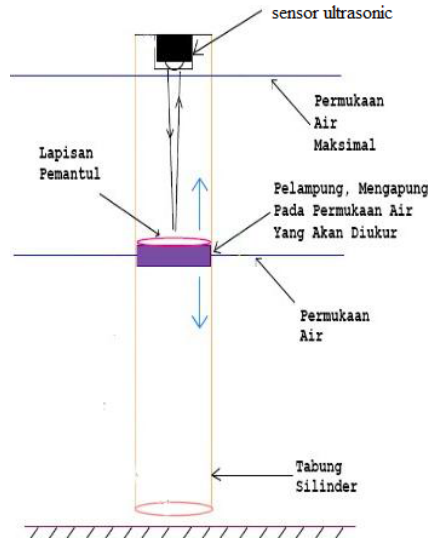
dimana:

- s : Jarak sensor terhadap objek
- $t_{IN}$  : Selisih waktu pemancaran dan penerimaan gelombang pantul
- v : Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/detik)

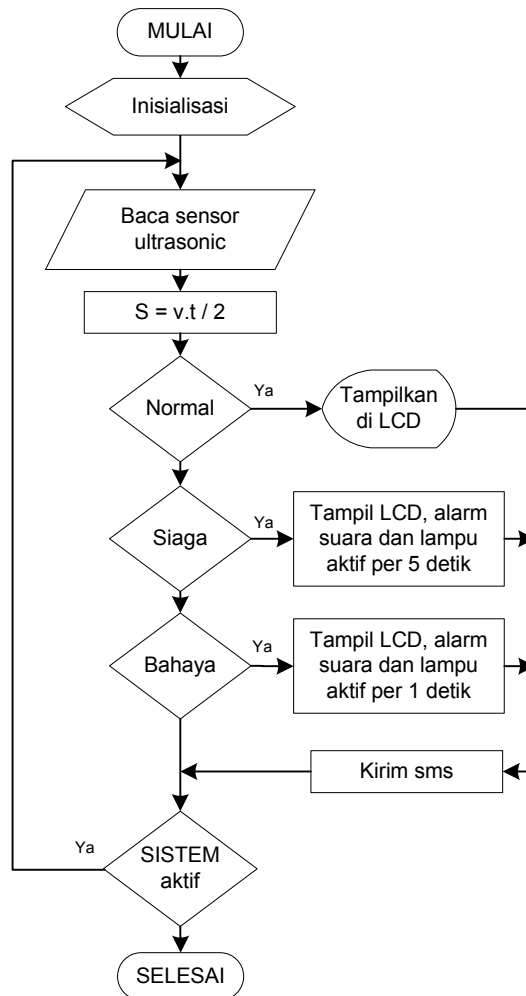
Gambar 4 menunjukkan rancangan mekanik untuk mendeteksi ketinggian atau level air. Dalam penelitian ini sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian atas pipa. Pipa memiliki beberapa lubang, yang berfungsi sebagai peredam gelombang air sungai. Pelampung akan bergerak sesuai dengan ketinggian air sungai. Gelombang ultrasonik akan dipantulkan oleh pelampung tersebut. Dengan menggunakan rumus (3) maka didapat jarak ketinggian air dengan posisi sensor atau permukaan air maksimal.

Rancangan perangkat lunak untuk sistem ini ditunjukkan pada gambar 5. Sensor mengirimkan gelombang ultrasonik dan sesaat kemudian menerima pantulan gelombang tersebut, sehingga didapat selisih waktu antara penerimaan gelombang dan pengiriman gelombang. Kemudian setelah dilakukan perhitungan jarak maka ditentukan status level ketinggian air dan ditentukan aksi yang harus dilakukan sistem meliputi nyala/mati alarm dan kirim sms. Sms dikirim menggunakan modem tipe GSM M1306B Q2403A Serial (WaveCom) yang terhubung ke sistem mikrokontroler. Modem GSM adalah modem nirkabel yang bekerja dengan jaringan nirkabel GSM. Sebuah modem nirkabel berperilaku seperti modem dial-up. Perbedaan utama antara mereka adalah bahwa modem *dial-up* mengirim dan menerima data melalui saluran telepon tetap sementara

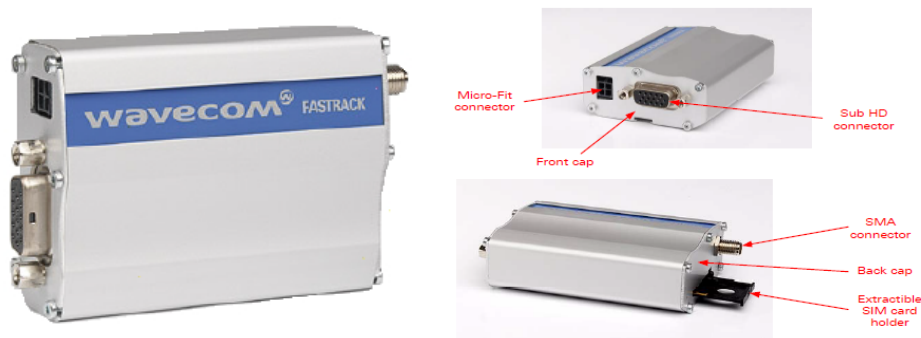
modem nirkabel mengirim dan menerima data melalui gelombang radio. Untuk model modem gsm wavecome ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 4. Rancangan mekanik pendeteksi ketinggian permukaan air



Gambar 5. Flowchart sistem deteksi ketinggian permukaan air sungai



Gambar 6. Modem tipe GSM M1306B Q2403A Serial (WaveCom) [7]

### Metode

Penelitian dilakukan di laboratorium Elektronika di kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Adapun lokasi sungai adalah sungai di depan kampus. Terhadap peralatan yang telah dibuat dilakukan pengujian meliputi: Pengujian sensor ultrasonik, Pengujian minimum sistem Mikrokontroler Atmega8535, Pengujian *warning lighth*, Pangujian *voice Alarm*, Pengujian pengiriman modem GSM dan pengujian penerimaan modem GSM.

Tahap pertama dari penelitian ini adalah pengambilan data dengan melakukan pengukuran kinerja sensor ultrasonik dengan pembanding mistar pada beberapa suhu yang berbeda. Tahap kedua dilakukan pengujian keakurasian sensor terhadap perubahan ketinggian air sungai. Tahap ke ketiga dilakukan pengujian sistem pendeteksi level air di laboratorium dan Tahap terakhir dilakukan pengujian sistem ini di lapangan.

#### 1. Kinerja sensor dengan pembanding mistar

Gambar 7. menunjukkan cara pengujian kinerja sensor dengan pembanding mistar untuk mendapatkan tingkat ketelitian sensor.



Gambar 7. Pengujian kinerja sensor dengan pembanding mistar

#### 2. Pengujian keakurasian sensor terhadap perubahan ketinggian air sungai

Pengujian ini dilakukan di laboratorium dengan mengatur perubahan ketinggian permukaan air, sehingga akan menyebabkan perubahan jarak pantul gelombang ultrasonik pada sensor.

#### 3. Pengujian sistem pendeteksi level air di laboratorium

Untuk pengujian level air yang dilakukan di laboratorium digunakan pedoman pada Tabel 1 dan dilakukan pengujian sebanyak 5 kali.

Tabel 1. Pedoman pengujian level air di laboratorium

No.	Level air	Jarak (cm)
1	AMAN	Jarak > 60
2	SIAGA	25 < Jarak ≤ 60
3	AWAS	Jarak ≤ 25

**4. Pengujian pendeteksi ketinggian air di lapangan (di sungai).**

Untuk pengujian level air yang dilakukan di lapangan digunakan pedoman pada Tabel 2 dan dilakukan pengujian sebanyak 5 kali.

Tabel 2. Pedoman pengujian level air di lapangan (di sungai)

No.	Level air	Jarak (cm)
1	AMAN	Jarak > 140
2	SIAGA	39 < Jarak ≤ 140
3	AWAS	Jarak ≤ 39

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengukur perubahan jarak (ketinggian permukaan air terhadap posisi sensor) yang terjadi pada sensor apabila diberikan suatu acuan untuk pengukuran. Tabel 3. menunjukkan hasil pengukuran pembacaan sensor ultrasonik dengan pembanding mistar pada suhu yang berbeda yaitu: 27°C, 30°C dan 32°C.

Tabel 3. Pembacaan sensor ultrasonik dengan perbandingan mistar dengan suhu yang berbeda

No	Pembanding Mistar (cm)	Terbaca Sensor (cm)	Terbaca Sensor (cm)	Terbaca Sensor (cm)	Error Relatif %	Error Relatif %	Error Relatif %
		Suhu 27°	Suhu 30°	Suhu 32°	Suhu 27°	Suhu 30°	Suhu 32°
1	4	4	4	4	0	0	0
2	5	5	5	5	0	0	0
3	6	6	6	6	0	0	0
4	7	7	7	7	0	0	0
5	8	8	8	8	0	0	0
6	9	9	9	9	0	0	0
7	10	11	9	10	9	11	0
8	20	21	21	20	4,7	4,7	0
9	30	32	30	31	6,25	0	3,2
10	40	40	40	40	0	0	0
11	50	52	51	50	3,8	1,9	0
12	60	63	62	61	4,7	3,2	1,63
13	70	71	71	70	1,4	1,4	0
14	80	79	80	80	1,2	0	0
15	90	90	91	91	0	1,09	1,09
16	100	103	102	100	2,9	1,9	0
17	110	111	111	111	0,9	0,9	0,9
18	120	122	121	121	1,6	0,8	0,8
19	130	131	130	130	0,76	0	0
20	140	142	142	140	1,4	1,4	0
21	150	154	152	151	2,59	1,3	0,66
22	160	161	161	160	0,6	0,6	0
23	170	172	172	170	1,16	1,16	0

Berdasarkan hasil dari beberapa kali percobaan perbandingan antara jarak yang ditampilkan oleh sensor ultrasonik dan ukuran yang ditunjukkan pada mistar, maka error dihitung dengan menggunakan rumus 4.

$$Error = \frac{\text{pembanding mistar} - \text{hasil pengukuran}}{\text{hasil pengukuran}} \times 100\% \quad (4)$$

Hasil pengujian sensor ultrasonik di suhu 27°C dengan jarak pantul gelombang sensor ultrasonik 2 cm -170 cm di dapat nilai error rata-rata 1,728 %. Hasil pengujian sensor ultrasonik di suhu 30 °C dengan jarak pantul gelombang sensor ultrasonik 2 Cm -170 Cm di dapat nilai error rata-rata 1,236 %. Dan hasil pengujian sensor ultrasonik di suhu 32°C dengan jarak pantul gelombang sensor ultrasonik 2 Cm -170 Cm di dapat nilai error rata-rata 0,4 %.

Untuk pengujian akurasi sensor terhadap perubahan permukaan air, dilakukan dengan mengatur perubahan permukaan air (bertambah dan berkurang) yang dilakukan di laboratorium. Hasil pengujiannya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian keakurasian sensor terhadap perubahan permukaan air

Jarak (cm)	Bertambah Air 3 Liter / 30 detik (cm)	Berkurang Air 3 Liter/ 30 detik (cm)	Betambah Air 3 Liter / 20 detik (cm)	Berkurang Air 3 Liter/ 20 detik (cm)	Bertambah Air 3 Liter / 10 detik (cm)	Berkurang Air 3 Liter/ 10 detik (cm)
62	62	62	62	62	61	61
61	61	61	62	61	61	60
60	60	60	60	61	60	60
59	59	59	59	59	58	59
58	58	58	59	58	57	58
57	57	57	58	57	57	56
56	56	56	56	56	55	56
55	55	55	55	55	55	55
54	54	54	54	54	54	54
53	53	53	53	53	53	53
52	52	52	52	52	52	52
51	51	50	51	51	51	51
50	50	50	50	50	50	50
49	49	49	49	49	49	50
48	48	48	48	48	48	48
47	47	47	47	47	47	47
46	46	46	46	46	46	46
Rata-rata	54	53,94	54,18	54,06	53,76	53,82
Error relatif	0 %	0,11 %	0,33%	0,11 %	0,47 %	0,334 %

Untuk pengujian level air di Laboratorium ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil menunjukkan bahwa waktu lama pengiriman sms yang sudah di tentukan levelnya yaitu dari rangkaian monitoring ketinggian air ke *handphone* menunjukkan rata-rata waktu pengiriman 5,58 detik. Pada saat lama pengiriman 8 detik dimungkinkan ada gangguan jaringan operator *simchard*. Pengujian pada level siaga dan awas *warning light* bekerja dengan baik dan begitupulah pada *voice alarm*.

Pada saat pengujian di lapangan, ketinggian permukaan air sungai pada saat itu adalah 80-81 cm. Dari hasil pengujian di sungai amaka sistem menunjukkan keadaan SIAGA yaitu jarak 80-81cm dari permukaan tanah. Pengujian yang dilakukan dengan pengiriman SMS *real time* 1 menit sekali dari kondisi air sungai waktu lama sms terkirim antara 3 sampai 6 detik atau rata-rata 4,4 detik. Pada pengujian ini *light voice alarm* bekerja pada kondisi SIAGA. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Pengujian sistem deteksi ketinggian permukaan air sungai di laboratorium

No	Jarak	SMS Masuk		SMS yang diterima Hp USer	Lama SMS ( detik )	Voice Alarm			Warning light
		Ada	Tidak			0	1s	$\frac{1}{2}s$	
1	6	-	√					√	√
2	7	-	√					√	√
3	8	-	√					√	√
4	9	-	√					√	√
5	13	√	-	Jarak:13"AWAS"	4			√	√
6	25	√	-	Jarak:25"AWAS"	5			√	√
7	26	√	-	Jarak:26"SIAGA"	7		√		√
8	39	√	-	Jarak:39"SIAGA"	5		√		√
9	40	√	-	Jarak:40"SIAGA"	4		√		√
10	49	-	√				√		√
11	50	√	-	Jarak:59"SIAGA"	6		√		√
12	60	√	-	Jarak:60"AMAN"	5	√			
13	70	-	√			√			
14	80	-	√			√			

Tabel 6. Pengujian sistem deteksi ketinggian permukaan air di sungai

Waktu	Jarak	SMS Masuk		SMS yang diterima Hp USer	Lama SMS ( detik )	Voice Alarm			Warning light
		Ada	Tidak			0	1s	$\frac{1}{2}s$	
09.18	80	√	-	Status lapor jarak 80 cm SIAGA	4	-	√	-	√
09.19	81	√	-	Status lapor jarak 81 cm SIAGA	4	-	√	-	√
09.20	81	√	-	Status lapor jarak 81 cm SIAGA	3	-	√	-	√
09.21	81	√	-	Status lapor jarak 81 cm SIAGA	6	-	√	-	√
09.22	81	√	-	Status lapor jarak 81 cm SIAGA	5	-	√	-	√

## KESIMPULAN

1. Sensor ultrasonik PING yang digunakan dapat bekerja dengan baik dengan tingkat keakurasian yang baik dalam pengukuran kecepatan ketinggian air yang berubah-ubah dengan tingkat kesalahan 1 cm dan untuk nilai *error* tertinggi 0,47% terjadi pada kecepatan penambahan air 3 liter/10 detik .
2. *Warning light* bekerja sesuai dengan perintah bahwa jarak 130 cm sampai 70 cm (Siaga) warning light aktif dan pada kondisi level 69 cm sampai 10 (awas) warning light aktif.
3. *Voice alarm*(buzzer) yang digunakan sebagai output penanda saat kondisi tertentu bekerja dengan baik tidak ada kesalahan. Bahwa pada level 140 (normal) buzzer tidak aktif, level 139 Cm sampai 70 cm (siaga) buzzer dalam keadaan aktif perdetik, dan pada level 69 cm sampai 10 cm (awas) buzzer aktif per setengah detik.
4. Pengujian alat monitoring ketinggian air saat di laboratorium memiliki keakurasian data dan waktu pengiriman SMS yang baik yaitu dengan rata-rata lama pengiriman 5,414 detik.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Raj B, Kalgaonkar K, Harrison C, Dietz P. “Ultrasonic Doppler Sensing in HCI”. 2012. *IEEE*. doi: 10.1109/MPRV.2012.17
- [2]. Guochao W, Changzan G, Jennifer R, Takao I, Changzhi L. 2013. “Highly Accurate Noncontact Water Level Monitoring using Continuous-Wave Doppler Radar”. *IEEE*. doi: 10.1109/WiSNet.2013.6488620
- [3]. Taufiqurrahman, Basuki A, Albana Y. 2013. “Perancangan Sistem Telemetry Untuk Pengukuran Level Air Berbasis Ultrasonic”. *Proceeding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems* [internet]. Bali (ID). hlm 125 – 130.
- [4]. Eko Waluyo Jati, Muhammad Arrofiq, 2013, “Sistem Pemantau Ketinggian Air Sungai Dengan Tampilan Pada Situs Jejaring Sosial Twitter Sebagai Peringatan Dini Terhadap Banjir”, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5]. 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
- [6]. Parallax. PING)))™ Ultrasonic Distance Sensor (#28015 ) V1.3, hlm. 1-13, California: Parallax, 2006.
- [7]. Fastrack M1306 User Guide, WM\_PRJ\_M13\_UGD\_001, hlm 20, San Diego CA 92121 USA, 2006

*-halaman ini sengaja dikosongkan-*