

PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI BANJIR MANDIRI BERBASIS SMS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN ARDUINO UNO

Jonshon Tarigan ^{1*}, Minsyahril Bukit ², Bernandus ³
dan Agustinus Deka Betan ⁴

^{1,2,3} Fisika, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, Indonesia

Alamat Jl. Adisucipto PO Box 139 Penfui Kupang

⁴ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang

Alamat Jl. Adisucipto PO Box 139 Penfui Kupang

*E-mail: jon76tarigan@staf.undana.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari perancangan piranti yang dapat melakukan pengukuran ketinggian air dan melaporkannya secara periodik kepada petugas pemantau. Perangkat dibangun dari rangkaian Arduino Uno dengan menggunakan sensor ultrasonik dan pelampung, sehingga ketinggian air dapat dideteksi melalui port ADC dari arduino uno. Hasil keluaran diumpankan ke komputer dan data dikirimkan melalui SMS. SMS akan langsung diterima oleh *hand phone* petugas. Ketika level air pada lokasi pemantauan melewati batas maka secara otomatis akan dikirimkan SMS peringatan sehingga petugas dapat mengantisipasi situasi di sekitar lokasi yang rawan banjir untuk membuka tutup pintu air atau memerintahkan evakuasi penduduk. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa perangkat telah dapat mengidentifikasi dan melakukan pengukuran ketinggian air secara otomatis. Alat telah layak digunakan sebagai *prototype* sistem deteksi banjir mandiri.

Kata kunci: SMS, Banjir, Deteksi dan Sensor.

PENDAHULUAN

Melihat dari kondisi geografis dan geologisnya, Indonesia merupakan negara dengan potensi alam yang sangat besar. Namun, hal ini menyebabkan Indonesia menjadi Negara yang rawan akan bencana. Untuk mengurangi dampak bencana, teknologi informasi dan komunikasi memiliki potensi yang besar, terutama dalam sosialisasi penanggulangan bencana, prediksi bencana, membantu dalam membuat keputusan terkait bencana, menyebarkan peringatan bencana kepada masyarakat dan penanggulangan bencana yang terjadi, misalnya bencana banjir. Karena ketika musim hujan datang, sebagian besar wilayah akan menjadi tergenang air. Semakin meningkatnya curah hujan maka ketinggian air akan semakin bertambah, sehingga akan mengakibatkan banjir. Kerugian yang ditimbulkan akibat banjir tentu cukup besar karena sebagian besar aset yang dimiliki masing-masing individu akan terendam air. Untuk menekan kerugian tersebut maka masyarakat yang memiliki aset biasanya akan mengungsikan aset dan jiwa yang ada ke wilayah yang aman ketika banjir datang.

Menurut situ resmi BNPB, mencatat ada 763 bencana yang terjadi sepanjang 1 Januari hingga 9 Maret 2021. Dari 763 kejadian,

bencana alam banjir terjadi sebanyak 337 kejadian, puting beliung 186 kejadian, tanah longsor 144 kejadian, kebakaran hutan dan lahan 70 kejadian, gempa bumi 13 kejadian, gelombang pasang dan abrasi 12 kejadian dan kekeringan sebanyak 1 kejadian [1].

Untuk melakukan evakuasi tersebut sangat diperlukan sistem mendeteksi banjir yang cukup praktis dan mudah diakses oleh masyarakat dan pejabat lokal yang berwenang. Mencegah banjir pada saat musim hujan merupakan sesuatu yang masih jauh dari harapan namun yang bisa diupayakan saat ini adalah menekan angka kerugian yang dapat ditimbulkan oleh banjir.

Dilatarbelakangi oleh beberapa permasalahan tersebut, maka akan dilakukan perancangan terhadap suatu sistem pengukuran jarak jauh dan peringatan dini banjir yang dapat diletakkan di wilayah-wilayah sumber banjir serta pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh pada lintasan banjir. Sistem dirancang dengan sangat sederhana agar dapat dengan mudah dioperasikan oleh masyarakat tanpa memerlukan teknisi khusus untuk melakukan pemantauan.

Dari latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan permasalahan pada perancangan ini yaitu : merancang suatu sistem peringatan

dini danantisipasi banjir untuk wilayah lintasan banjir. Kemudian membuat cara kerja sistem secara spesifik untuk melakukan penanggulangan permasalahan tersebut

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Karmia (2019) telah melakukan beberapa studi tentang sistem peringatan banjir dan Internet of Things. Penelitian yang telah dilakukan dengan judul penelitian “Protoype Sistem Alarm Banjir Menggunakan IoT Berbasis Arduino Via Aplikasi Abdroid”. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi ketinggian air, LCD sebagai penampil jarak, buzzer sebagai alarm pemberitahuan status waspada dan modul GSM Sim800L sebagai system sms gateway[5].

Penelitian oleh Prastika dkk dengan judul penelitian “Perancangan Sistem Monitoring Ketinggian Air Sebagai Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik”. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem ini akan mendeteksi jarak sensor dengan permukaan air dan akan menampilkan status siaga secara real time[10].

Penelitian oleh Windiastik dkk dengan judul penelitian “Perancangan Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis IoT (Internet of Things)”. Penelitian ini menggunakan sensor water level, NodeMCU ESP8266 dan buzzer. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Waterfall[14]

Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah alat untuk Mengaplikasikan sistem telemetri untuk mengetahui ketinggian air secara otomatis dan untuk mengetahui informasi bahaya banjir yang dimonitor oleh komputer dan dikirim melalui pengiriman SMS pada saat ketinggian air melampaui ambang batas yang ditentukan.. Alat ini dirancang memanfaatkan sensor ultrasonik dan arduino uno.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kemudahan untuk masyarakat dengan merancang alat ini dapat digunakan untuk mendeteksi banjir mandiri dengan menggunakan komputer dan komputer ini juga menyimpan data ketinggian air setiap saat, kemudian mengirimkan sms kepada penerima.

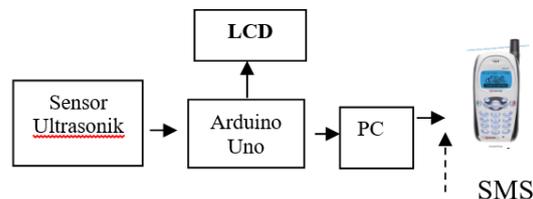
LANDASAN TEORI

Telemetri

Telemetri memberikan kemudahan dalam pengukuran dan pemantauan jarak jauh, telemetri biasanya diterapkan pada pemantauan suhu gunung berapi, pemantauan suhu pada peleburan baja, pemantauan cuaca yang tidak memungkinkan manusia untuk

melakukan pengukuran secara langsung pada jarak yang dekat (Sukiswo, 2005) [13].

Untuk itu pengolahan awal sinyal yang dipilih akan sangat menentukan kehandalan sistem telemetri tersebut yang ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1. Sistem Telemetri

Dari gambar 1. di atas dapat dilihat sistem telemetri yang umum dipergunakan untuk berbagai macam sistem pengukuran jarak jauh dan pemantauan. Garis putus-putus menunjukkan bahwa setelah data diterima oleh komputer dan kemudian dikirim melalui handphone. Sistem seperti inilah yang nantinya akan dirancang pada penelitian ini.

Modul GSM SIM800L Versi 2

Modul GSM SIM800L versi 2 merupakan modul lanjutan dan pengembangan dari modul versi sebelumnya (modul mini SIM800L), yang dapat dengan mudah menyuplai daya. Untuk SIM800L versi 2 memiliki kemiripan dengan modul sebelumnya yaitu menggunakan chip SIMCOM, dan perbedaannya terletak pada PIN interface dan BreakBoard.



Gambar 2. Modul GSM SIM800L

Fitur keunggulan dari versi kedua modul GSM adalah penggunaan catudaya 5Vdc. Oleh karena itu, tidak memerlukan rangkaian step-down seperti versi pertama dari catudaya 3,7-4,2 Vdc, dan ini sering terjadi karena perubahan catudaya [7].

Spesifikasi umum modul GSM SIM800L V.2: [3]

1. Chip utama yang digunakan : SIM800L
2. Catudaya : 5Vdc
3. Frekuensi kerja pada QuadBand 850/900/1800 / 1900Mhz
4. Transmitting power
5. Kategori 1 (1W) pada sambungan 1800 dan 1900 dan kategori 4 (2W) pada sambungan 850 dan 900
6. Multi-slot 12 jenis GPRS default

- 7. Kisaran suhu kerja normal : 40 ° -85 ° C
- 8. Ukuran breakboard modul : 4 cm x 2.8 c

Keterangan pin Interface :

- 9. 5V : Power Supply Vdc
- 10.GND : Ground
- 11.VDD : Pin referensi tegangan 5 Vdc
- 12.SIM_TXD :Serial Transceiver / TX (pengirim)
- 13.SIM_RXD : Serial Reiceiver / RX (penerima)
- 14.GND = Ground
- 15.RST = RESET / reboot module (aktif LOW)

Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler.[6].

Arduino yang dikontrol penuh oleh mikrokontroler ATmega328, banyak hal yang bisa dilakukan itu semua tergantung kreatifitas sipengguna. Arduino dapat disambungkan dan mengontrol led, beberapa led, bahkan banyak led, motor DC, relay, servo, modul dan sensor-sensor, buzzer serta banyak lagi komponen lainnya. Platform Arduino sudah sangat populer sekarang ini, sehingga tidak akan kesulitan untuk memperoleh informasi, tutorial dan berbagai eksperimen yang menarik yang tersedia banyak di internet. Dengan Arduino, dunia hardware bisa bekerja sama dengan dunia software. Anda bisa mengontrol hardware dari software, dan hardware bisa memberikan data kepada software. Semuanya bisa dilakukan dengan relatif mudah, murah, dan menyenangkan.

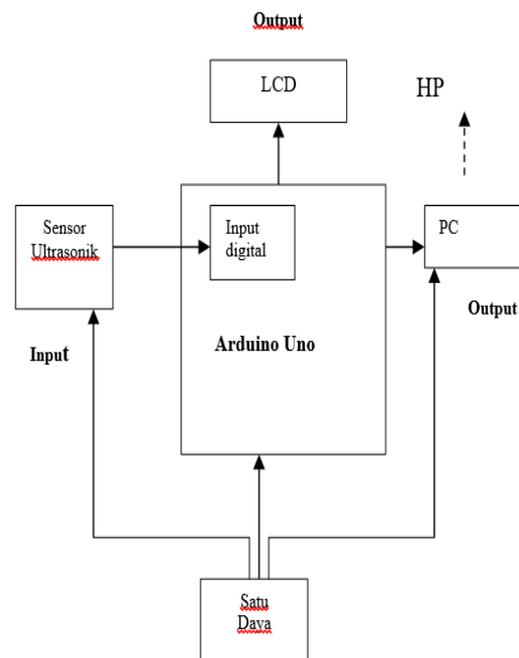


Gambar 3. Arduino Uno

METODE PENELITIAN

Blok Diagram Sistem

Prinsip kerja dari alat monitoring jarak jauh sebagai peringatan dini bahaya banjir melibatkan piranti keras dan piranti lunak. Piranti keras pada sistem antara lain adalah sensor ketinggian air (ultrasonik), arduino uno, telepon seluler (GSM), LCD, dan komputer. Proses perancangan meliputi perancangan piranti keras dan perancangan piranti lunak. Secara garis besar cara kerja sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut. Gambar 4.



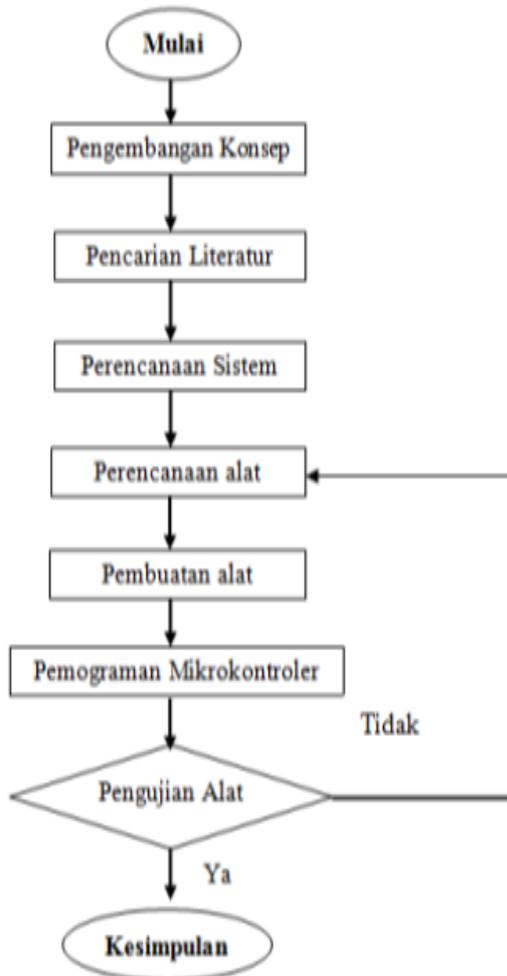
Gambar 4. Blok Diagram Sistem

Sensor akan mengukur ketinggian air, oleh mikrokontroler data akan dikirimkan ke LCD untuk ditampilkan sebagai data ketinggian air. Ketika ketinggian sama dengan atau melebihi batas 30 cm maka komputer akan mengirimkan SMS ke *handphone* pemantau secara otomatis. Dalam periode 5 detik, maka program akan melakukan pengecekan ulang, jika ketinggian masih melebihi batas maka SMS akan terus dikirimkan hingga alat direset atau ketinggian air menurun.

Perancangan perangkat keras ini terdiri dari sensor ketinggian air (Sensor Ultrasonik), *Arduino Uno*. Komunikasi piranti dengan *handphone* dan penampil LCD 16x2 karakter. Berikut diagram blok lengkap dari sistem pemantauan ketinggian air jarak jauh

Perancangan Diagram Alur

Program Arduino Uno terdiri dari 2 fungsi yaitu setup () dan loop (). Fungsi setup () dijalankan setiap kali board mikrokontroler dihidupkan. Sedangkan fungsi loop () dijalankan terus menerus selama board hidup. Komputer akan mengirimkan perintah pengukuran kepada mikrokontroler melalui komunikasi serial. Diagram alir untuk pemrograman sistem ditunjukkan pada Gambar .3.



Gambar 5. Diagram Allr Pemrograman

Sensor *Ultrasonic Ranging Module* HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Piezoelektrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik

Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama, maka dapat digunakan sebagai transmitter dan receiver.



Gambar 6. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik dan arduino pro mini328 dapat dipadukan menjadi sebuah alat bantu tunanetra, alat ini mudah untuk digunakan, murah (terjangkau dan lebih efisien. (Nova, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Alat Deteksi Banjir Mandiri

Rangkaian sensor yang dipergunakan dalam sistem telemetri ini berupa pelampung yang dihubungkan dengan sensor ultrasonik yang akan berubah jaraknya seiring dengan perubahan ketinggian permukaan air, perubahan ini akan mengakibatkan terjadinya perubahan tegangan yang akan dihubungkan langsung pada port ADC (*Analog to Digital Converter*) kemudian sebagai masukan pada Arduino Uno

Pengujian rangkaian sensor dapat diukur dengan menggunakan multi meter yaitu saat keadaan kenaikan tiap 1 cm maka akan diukur besarnya perubahan tegangan keluarannya. Pengamatan dan pengujian ketinggian permukaan air di sini dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari sensor ketinggian permukaan air yang dimulai dari ketinggian 0 cm – 28,0 cm. Untuk menampilkan data pada LCD maka pin RS dihubungkan ke port PD.5, pin R/W dihubungkan ke port PD.6 dan pin E dihubungkan ke port PD.7 sedangkan 8 bit datanya (DB₀ – DB₇) dihubungkan ke port C (PC.0 – PC.7).

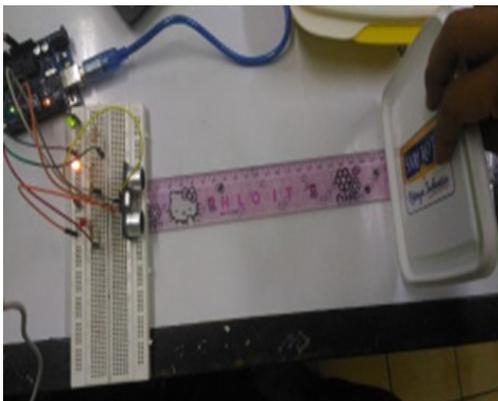
Perangkat lunak menggunakan program *arduino uno* yang diperlukan untuk mengambil data ketinggian air yang berasal dari sensor,

menampilkan data pada LCD, kemudian disimpan oleh komputer setiap saar ketinggian air, pada saat ketinggian air melewati batas yang telah ditentukan maka akan dikirim sms ke *handphone* petugas. Komputer terhubung dengan mikrokontroler melalui melalui kabel serial Db9, dimana komunikasi yang berlangsung menggunakan standar UART RS232.

Pengujian Sistem SMS pada Handphone

Pada Sistem ini menggunakan komputer dan *handphone* sebagai penerima untuk menerima SMS pada saat ketinggian air sudah mencapai 2,0-15,0 cm dari permukaan air dari sensor ultrasonik ada sms masuk yang berisi pesan Bahaya Air Meluap!!!!, indikasi akan terjadi banjir. Ketinggian air dapat dilihat dengan mengamati perubahan yang tertera pada LCD. *Handphone* akan mengirim SMS setiap 5 detik sekali.dan ketika air masih pada ketinggian 16,0 cm – 21,0 cm hp tidak mengirimkan sms, ini merupakan pemberitahuan informasi ketinggian air masih aman.

Perubahan ketinggian air yang diamati setiap saat dapat memberikan informasi tentang peringatan dini banjir yang disampaikan dan diterima dengan cepat, sehingga dapat mengantisipasi pencegahan secara dini resiko banjir yang dialami.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Saat Pengujian Sensor Ultrasonik

Data pengukuran ketinggian yang diperoleh sebesar 22 cm dan Data pengukuran jarak yang diperoleh dalam mendeteksi jarak untuk menguji sensor ultrasonic, dimana indikasinya LED ON/OFF . Data hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan variasi keadaan diperoleh jarak terhadap objek yang bervariasi dari 3 cm – 21 cm dan keadaan LED on/off untuk melihat kondisi ada sms atau tidak ada sms, ketika LED ON maka aka nada sms, kalau lampu LED OFF maka tidak ada sms.

Tabel .1 Hasil Pengukuran Sensor Ultrasonik

No	Tinggi LCD (Data disimpan di Komputer) Cm	Kondisi SMS
1	2,0	Ada SMS
2	3,0	Ada SMS
3	4,0	Ada SMS
4	5,0	Ada SMS
5	6,0	Ada SMS
6	7,0	Ada SMS
7	8,0	Ada SMS
8	9,0	Ada SMS
9	10,0	Ada SMS
10	12,0	Ada SMS
11	13,0	Ada SMS
12	14,0	Ada SMS
13	15,0	Ada SMS
14	16,0	Tidak ada SMS
15	17,0	Tidak ada SMS
16	18,0	Tidak ada SMS
17	19,0	Tidak ada SMS
18	20,0	Tidak ada SMS
19	21,0	Tidak ada SMS

Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Proses pengambilan data di sebuah bak kaca dengan mengukur jarak sensor ultrasonic terhadap ketinggian air. Hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonic pada kondisi tersebut ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Aplikasi Saat Pengukuran Ketinggian Air

Data pengukuran tersebut kemudian ditampilkan dalam layar LCD dan hasil

pengukuran yang dilakukan pada level air dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Jarak

No.	Tanggal	Level Air (Cm)	Buzzer (ON/OFF)
1	01/02/2021	3,0	ON
2	01/02/2021	4,0	ON
3	01/02/2021	5,0	ON
4	01/02/2021	6,0	ON
5	01/02/2021	7,0	ON
6	01/02/2021	8,0	ON
7	01/02/2021	9,0	ON
8	01/02/2021	10,0	ON
9	01/02/2021	11,0	ON
10	01/02/2021	12,0	ON
11	01/02/2021	13,0	ON
12	01/02/2021	14,0	ON
13	01/02/2021	15,0	ON
14	01/02/2021	16,0	OFF
15	01/02/2021	17,0	OFF
16	01/02/2021	18,0	OFF
17	01/02/2021	19,0	OFF
18	01/02/2021	20,0	OFF
19	01/02/2021	21,0	OFF
20	01/02/2021	22,0	OFF
21	01/02/2021	23,0	OFF
22	01/02/2021	24,0	OFF
23	01/02/2021	25,0	OFF
24	01/02/2021	26,0	OFF
25	01/02/2021	27,0	OFF
26	01/02/2021	28,0	OFF

Dari tabel 2. dapat dilihat bahwa jarak pengukuran alat permukaan air berkisar antara 3,0 cm – 28,0 cm, dimana jarak 3,0 cm – 15,0 cm alarm Buzzer On Berbunyi), sedangkan jarak 16,0 cm – 28,0 cm alarm Buzzer Off. Dari data yang diperoleh maka sistem ini dapat bekerja dengan baik

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem telemetri ini dapat melakukan pengukuran ketinggian air secara akurat.
2. Komputer menyimpan data-data ketinggian air dari 2,0-28,0 cm
3. Piranti akan mengirimkan SMS peringatan bahaya dalam waktu 5 detik sekali jika

ketinggian air mencapai 2,0 cm- 15,0 cm air akan meluap dan akan terjadi bahaya banjir dan buzzer akan On (berbunyi).

Saran

Untuk mengembangkan sistem ini menjadi lebih baik, maka terdapat beberapa saran untuk meningkatkan penelitian ini lebih lanjut. Beberapa saran tersebut antara lain:

1. Sensor ultrasonik yang digunakan lebih sensitif sehingga hasil pengukuran lebih baik dan data yang diperoleh lebih akurat.
2. Dapat dilakukan pengembangan alat ketinggian air ini menjadi sistem yang lebih kompleks dengan memanfaatkan sensor yang dapat mendeteksi air secara otomatis dengan menggunakan perangkat yang lebih kompleks lagi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. *Geoportal Kebencanaan Indonesia*. 2021 <https://gis.bnpb.go.id/> (diakses 1 Maret 2021)
2. Budiharto, W., dan Rizal, G., 2007, *Belajar Sendiri 12 Proyek Mikrokontroler Untuk Pemula*, Cetakan kedua, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta.
3. Faudin, A. (2018, Juli). *Tutorial lanjutan mengakses Module GSM SIM800L v.2*. Retrieved Maret Kamis, 2021, from nyebarilmu.com:<https://www.nyebarilmu.com/tutorial-lanjutan-mengakses-module-gsm-sim800l-v-2/>
4. Istiyanto, J.E, dan Y. Efendy, 2004. *Rancangan dan Implementasi Prototipe Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler AT89C52 dan SMSGSM*, Jurnal Ilmu Dasar, FMIPA Universitas Jember.
5. Karmia, W. F. (2019). *PROTOTYPE SISTEM ALARM BANJIR MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS*. Thesis, UNIVERSITAS ISLAM NEGRI SULTAN SYARIF KASIM RIAU, TEKNIK ELEKTRO. Retrieved February 2021, from <http://repository.uin>
6. Khang, B., 2002, *Trik Pemrograman Aplikasi Berbasis SMS*, Cetakan Pertama, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta.
7. Misiiek, 2002, *Siemens Interface*, <http://www.gsmhacking.com/help/cables/siemens/index.htm>,.
8. Munaf, D.R., 2007, *Prinsip Interkoneksi Informasi Dalam Penanganan Bencana Banjir*, *Jurnal Sositologi*, Vol. 10, No. 6 hal : 156 – 160, Jurusan Ilmu Kemanusiaan ITB, Bandung.

9. Pitowarno, E., (2006) *Robotika Desain, Kontrol, Dan Kecerdasan Buatan*, Edisi I, Penerbit Andi, Yogyakarta
10. Pratama, N., Darusalam, U., & Nathasia, N. D. (2020, January). Perancangan Sistem Monitoring Ketinggian Air Sebagai Pendeteksi Banjir Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 4, 117-123. doi:10.30865/mib.v4i1.1905
11. Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W., & Kusuma, I. W. (2019, November). KOMPARASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 DAN JSN-SR04T UNTUK APLIKASI SISTEM DETEKSI KETINGGIAN AIR. *Jurnal SIMETRIS*, 10, 717-724.
12. Putra, A. E., 2006, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori Dan Aplikasi*, Edisi 2, Gava Media: Yogyakarta.
13. Sukiswo, 2005, *Perancangan Telemetry Suhu Dengan Modulasi Digital FSK FM, Transmisi*, Vol. 10 No. 2, hal : 1 – 8, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang
14. Windiastik, S. P., Ardhana, E. N., & Triono, J. (2019, September). PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI BANJIR BERBASIS IOT (INTERNET). 1925-1931.