

Mitigasi Bencana Banjir dengan Sistem Informasi Monitoring dan Peringatan Dini Bencana menggunakan Microcontroller Arduino Berbasis IoT

Danang Danang¹, Suwardi Suwardi², Ihsan Ardi Hidayat³

¹ Departemen Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Elektronika dan Komputer,

² Departemen Komputerisasi Akuntansi, Sekolah Tinggi Elektronika dan Komputer,

³ Departemen Sistem Komputer, Sekolah Tinggi Elektronika dan Komputer,
Jl. Majapahit No 605 Kota Semarang, Indonesia 50199

Abstrak

Sistem yang digunakan saat ini untuk mitigasi bencana banjir adalah penjaga pintu mengecek ketinggian air pada meter air yang terpasang di bendungan. Ketika hujan turun sangat deras atau sebab lain yang mungkin berdampak banjir, petugas menyampaikan informasi menggunakan cara manual yaitu memukul kentongan untuk memberi peringatan kepada masyarakat sekitar untuk waspada karena ketinggian air berpotensi menimbulkan banjir. Artikel ini menyajikan hasil penelitian yang bertujuan untuk mitigasi bencana banjir dengan membangun sistem informasi monitoring dan peringatan dini bencana banjir menggunakan microcontroller Arduino berbasis Internet of Things. Sensor water level dipasang pada gerbang air sungai dihubungkan dengan perangkat Arduino Uno yang dilengkapi dengan SMS Gateway SIM900A. Sistem ini memantau ketinggian air tanpa lelah dan mengirimkan informasi kepada Tim SAR Desa Kedungjati dan Ketua RT di lingkungan sekitar gerbang air sungai ketika ketinggian air mendekati batas level atas bencana banjir. Teknologi IoT dalam penelitian ini digunakan untuk menyimpan data ketinggian air sungai dan menghidupkan sirine sebagai tanda peringatan bencana banjir ketika data yang diterima mencapai level awas banjir.

Kata kunci: IoT; sistem peringatan dini; mitigasi bencana banjir; Arduino

Abstract

[Title: Flood Disaster Mitigation Using a Disaster Early Warning and Monitoring Information System with an IoT-Based Arduino Microcontroller] The current system for mitigating floods is the doorman checking the water level in the water meter installed at the dam. When it rains very hard or other causes that might affect the flood, the doorman conveys information using the manual way by hitting kentongan to alert the surrounding community because the water level has the potential to cause flooding. This article presents the research aimed at flood disaster mitigation by building a monitoring and flood disaster early warning information system using an Internet of Things based Arduino microcontroller. A water level sensor installed at the river water gate is connected to an Arduino Uno device equipped with an SMS Gateway SIM900A. This system monitors the water level and sends information to the Kedungjati SAR Team and Ketua RT of the surrounding community around the river water gate when the water level approaches the upper limit of the flood disaster. IoT technology in this study is used to store river water level data and turn on the siren as flood warning signs when the data received reaches the flood alert level.

Keywords: IoT; early warning system; flood disaster mitigation; Arduino

*) Penulis Korespondensi.
E-mail: ilorafael92@gmail.com

1. Pendahuluan

Sistem peringatan dini adalah serangkaian sistem yang berfungsi untuk memberitahukan terjadinya kejadian alam, sistem peringatan dini ini

akan memberitahukan terkait bencana yang akan terjadi seperti bencana banjir (Indianto, Kridalaksana, & Yulianto, 2018). Peringatan dini pada masyarakat atas bencana merupakan tindakan memberikan informasi dengan bahasa yang mudah dicerna oleh masyarakat. Dalam keadaan kritis, secara umum peringatan dini yang merupakan penyampaian informasi tersebut diwujudkan dalam bentuk sirine, kentongan dan lain sebagainya.

Banjir adalah luapan air sungai ke daerah alirannya akibat ketidakmampuan sungai menampung air hujan karena adanya pendangkalan sungai. Curah hujan merupakan faktor utama, disamping faktor tanah dan faktor manusia. Pernyataan tersebut tidak sepenuhnya keliru karena telah terjadi perubahan iklim global di Indonesia, salah satu dampak yaitu ketidakaturan musim yang ditandai oleh fenomena *El Nino* (musim kering berkepanjangan) dan *La Nina* yaitu hujan yang turun terus menerus. Selain itu, ada beberapa faktor penyebab banjir yaitu curah hujan, karakteristik daerah aliran sungai, kemampuan alur sungai mengalirkan air banjir, perubahan tata guna lahan, pengelolaan sungai meliputi tata wilayah, pembangunan sarana dan prasarannya hingga tata pengaturannya.

Dampak banjir umumnya merugikan masyarakat karena dapat merugikan lingkungan hidup, antara lain : rusaknya pemukiman penduduk, rusaknya sarana dan prasarana penduduk (termasuk transportasi darat), sulitnya mendapat air bersih, dan timbulnya beragam penyakit (karena lingkungan yang kotor selama dan setelah banjir) (Bambang, 2015).

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya (Siregar & Nuklir-batan, 2014)

Internet of Thing (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer (Ali, Ali, & Badawy, 2015). IoT telah berkembang dari konvergensi teknologi nirkabel, *micro-electromechanical systems* (MEMS), dan Internet.

"*A Things*" pada *Internet of Things* Marco (Sharma & Lohan, 2019), dapat didefinisikan sebagai subjek misalkan orang dengan monitor implant jantung, hewan peternakan dengan *transponder biochip*, sebuah mobil yang telah dilengkapi *built-in* sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah.

Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi *Machine-to-Machine* (M2M) di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan, dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau "*smart*". Sebagai contoh yaitu *smart* kabel, *smart* meter, *smart* grid sensor (Pradana, 2017).

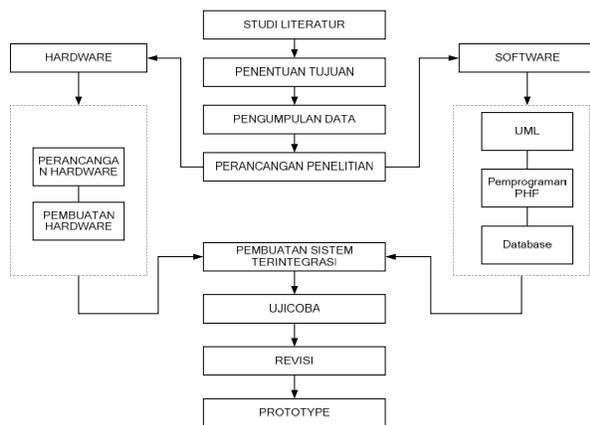
Penelitian ini diharapkan membantu penduduk menyadari bahaya banjir yang akan segera tiba dengan peringatan dini. Pembuatan sistem peringatan dini bencana banjir menggunakan sensor *water level* (Purwanto, 2014), yang terpasang pada gerbang air sungai Tuntang Kedungjati yang terhubung dengan perangkat lainnya terdapat Arduino uno (Boxall, 2013) yang didalamnya terdapat bahasa pemrograman *syntax* dengan bahasa pemrograman C++ (Dewi, 2010). Perangkat ini juga dilengkapi dengan SMS gateway sim900a yang bisa mengirimkan SMS untuk memberikan informasi kepada ketua RT dan RW di lingkungan sekitar gerbang air sungai, dan teknologi IoT untuk menyimpan data ketinggian air sungai dan untuk menghidupkan sirine tanda peringatan bencana banjir di lingkungan sekitar sungai. Perangkat ini bekerja ketika tinggi air sungai yang melintas pada gerbang air sungai SMS gateway sim900a (Fuad & Setiawan, 2014), ketika data yang ditangkap mendekati batas level atas bencana banjir, maka sirine akan berbunyi, akan memberikan informasi sms kepada petugas keamanan dan Ketua RT di lingkungan yang terkena dampak bahaya banjir.

Sumber daya energi sistem perangkat ini menggunakan panel surya dimana suplai daya listrik dari cahaya sinar matahari yang disimpan ke baterai 12 volt. Untuk menyimpan sumber listrik yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan perangkat peringatan dini bencana banjir tersebut. Demi untuk mendapatkan pengisian yang optimal disetiap sudut waktu cahaya yang diterima oleh panel surya peneliti menggunakan teknologi *solar tracker* dimana panel surya akan mengikuti arah cahaya matahari untuk mendapatkan hasil yang optimal. (Maysha & Trisno, 2013).

Dengan pembuatan rancang bangun sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat sekitar sungai Tuntang Kedungjati untuk mendapatkan peringatan atau informasi ketika akan datang bencana banjir dan dapat mengurangi dampak yang lebih besar yang akan terjadi karena bencana banjir tersebut.

2. Metode Penelitian

Dalam pengembangan produk ini penulis menggunakan model R&D (Sugiyono, 2011). Adapun prosedur pengembangan Rancang bangun sistem peringatan dini bencana banjir pada sungai tuntang kedungjati berbasis arduino menggunakan Teknologi IoT ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pengembangan sistem.

Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mencari informasi yang berhubungan dengan sistem monitoring ketinggian air pada pintu air sungai, literatur yang terkait dengan perancangan dan pembuatan sistem, literatur yang terkait dengan perancangan dan pembuatan sistem.

b. Penentuan Tujuan Penelitian

Tahap penentuan tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sistem kerja rancang bangun sistem pendeteksi bahaya banjir yang akan dikembangkan pada tahap selanjutnya.

c. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data, dimana data yang diambil adalah data ketinggian air sungai Tuntang Kedungjati dengan mengamati meter air pada pintu gerbang air sungai, dan data dari masyarakat sekitar dengan menanyakan ketinggian air pada masing-masing musim untuk mengetahui ketinggian terendah dan ketinggian tertinggi kondisi air sungai.

d. Perancangan Penelitian,

Perencanaan Penelitian terdapat 2 bagian didalam tahap perancangan yaitu :

1. Perancangan Hardware

Perancangan hardware bertujuan untuk merancang peralatan/rangkaian pendukung untuk sistem yang akan dibuat meliputi flowchart, skematik diagram, pembuatan alat, sumber daya alat, dan sistem yang terkait.

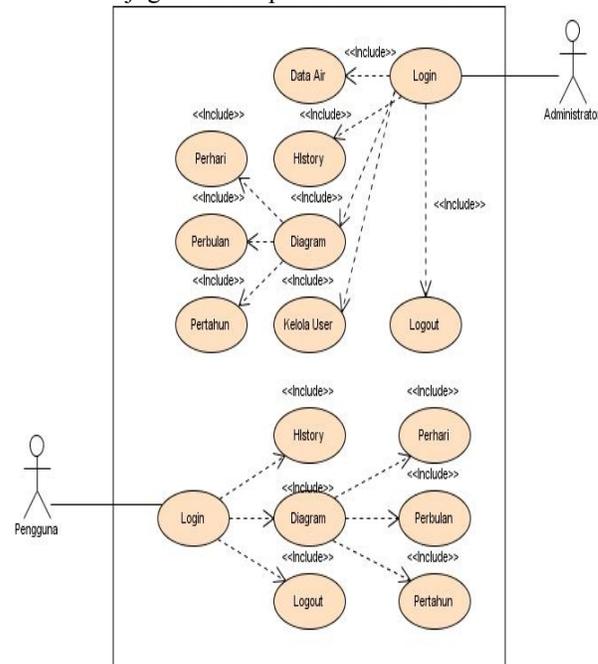
2. Perancangan Website

Perancangan pembuatan website bertujuan untuk mempermudah untuk pembuatan website nantinya, meliputi perancangan database, bahasa pemrograman PHP dan tampilan website (Firmn & Wowor, 2015),

chanel *thingspeak*, API key,UML, dan sistem yang terkait (Gushelmi, Kamda, 2012).

a) Use Case Diagram

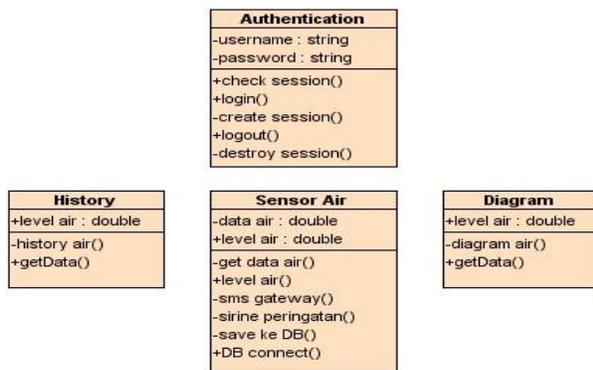
Use case diagram dijelaskan menggunakan Gambar 2. Admin/Pengguna terlebih dahulu membuka *Web Monitoring*. Ketika *Web* sudah terbuka di halaman utama akan disajikan beberapa pilihan menu yang berfungsi sebagai hasil monitoring yang dilakukan oleh sensor. Pada tampilan tersebut admin/pengguna dapat mengamati *history* ketinggian air Sungai, diagram ketinggian perhari, diagram ketinggian perbulan dan diagram ketinggian pertahun. Data yang di kirim dari sensor akan berubah sewaktu-waktu seiring berjalannya waktu atau juga di sebut pemantauan secara *real time*



Gambar 2. Use Case Aplikasi Monitoring Meter Air Sungai Tuntang Kedungjati

b) Class Diagram

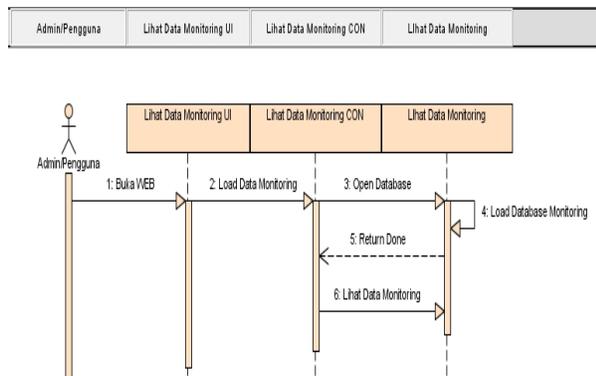
Gambar diagram class (Gambar 3) dibuat menurut kebutuhan database yang diperlukan. Pada Gambar 3 terdapat satu class saja, yaitu : monitoring *Web*. Karena hanya menggunakan 1 database maka tidak ada relasi kedatabase lainnya.



Gambar 3. Class Diagram Sistem Monitoring Ketinggian Air

c) Sequence Diagram

Sequence diagram terlihat pada Gambar 4. Admin/Pengguna membuka web monitoring, kemudian sistem menampilkan halaman menu monitoring. Selanjutnya Admin/Pengguna membuka menu monitoring untuk memantau ketinggian air.



Gambar 4. Sequence Diagram Web Monitoring Ketinggian Air Sungai

d) Collaboration Diagram

Gambar 5 menunjukkan collaboration diagram, dimana Admin/Pengguna mengamati atau memonitoring ketinggian air.



Gambar 5. Collaboration Diagram Monitoring Ketinggian Air

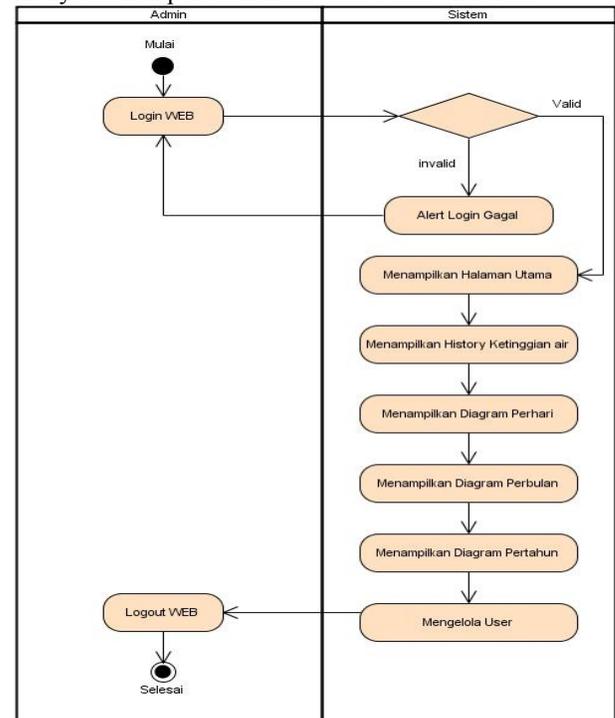
e) Activity Diagram

Activity diagram terlihat pada Gambar 6 dan 7. Alurnya diawali dari admin/pengguna membuka Web

Monitoring. Pengguna akan melihat halaman utama dan halaman menu. Sistem akan menampilkan hasil dari pembacaan sensor sesuai keadaan ketinggian air. Admin /pengguna kemudian melihat halaman utama dan melakukan pemeriksaan pada halaman menu untuk monitoring ketinggian air.

f) Statechart Diagram

Diagram statechart (Gambar 8) berisi urutan-urutan keadaan sesaat yang dilalui sebuah objek. Kejadian yang menyebabkan sebuah transisi dari satu state atau aktivitas kepada yang lain, dan aksi yang menyebabkan perubahan satu state atau aktivitas.



Gambar 6. Activity Diagram Monitoring Ketinggian Air Admin

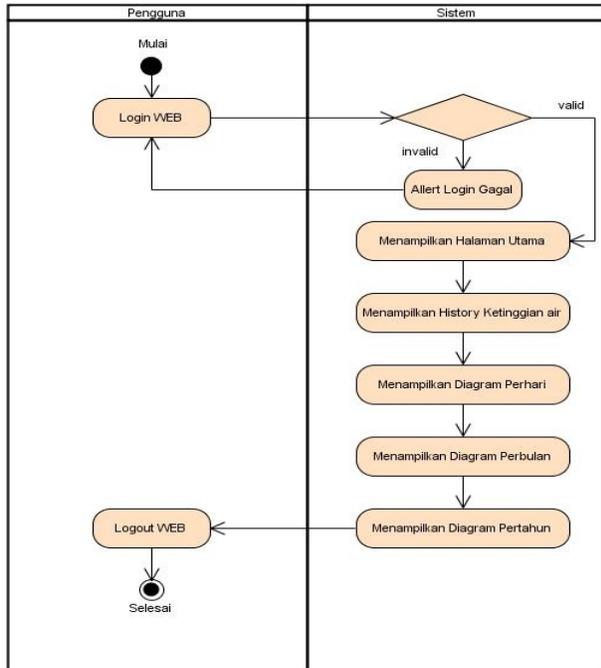
3. Tahap Pembuatan

Terdapat 2 bagian di dalam tahap pembuatan yaitu: (1) pembuatan hardware, berupa pembuatan rangkaian pendukung sistem yang akan dibuat dan (2) pembuatan website/software berupa program pendukung hardware yang akan dikembangkan.

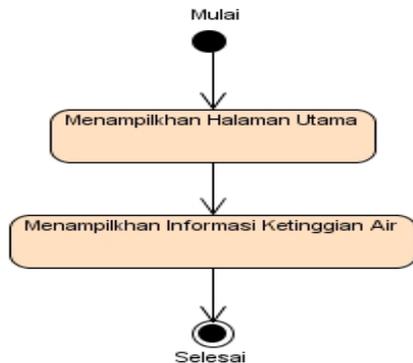
4. Uji Coba dan Analisa

Tahap pengujian dilakukan untuk menguji kerja dari keseluruhan sistem, yang mencakup: (1) pengujian rangkaian sistem pengukur ketinggian air sungai; (2) pengujian rangkaian pengisi sumber daya rangkaian sistem, serta (3) pengujian terhadap obyek penelitian yaitu pada sungai Tuntang Kedungjati.

Jika sistem yang diuji belum sesuai, maka kembali ketahap pembuatan. Tahap analisa dilakukan untuk menganalisa hasil pengujian dari sistem, apakah sistem yang dibuat tersebut telah sesuai dengan apa yang diharapkan. Jika sistem yang dibuat belum selesai, maka kembali ke tahap pengujian.



Gambar 7. Activity Diagram Monitoring Ketinggian Air Pengguna



Gambar 8. Statechart diagram monitoring ketinggian air

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari keseluruhan sistem yang akan dibuat, dimana kesimpulan berisikan hal-hal yang dianggap pokok didalam proses pembuatan sistem, dan saran berisikan hal-hal yang merupakan masukan dari pengguna sistem demi kesempurnaan sistem yang dibuat.

3. Pembahasan

Hasil pengembangan sistem baru yang diusulkan adalah mengenai monitoring data sensor mulai dari input, proses, dan output. Sistem yang akan dibentuk adalah monitoring ketinggian air berbasis arduino menggunakan teknologi IoT. Hasil dari sistem baru yang dibangun dapat digunakan sebagai media untuk memonitoring atau pemantauan ketinggian level air Sungai secara real time menggunakan media website. Hasil akhir dari penelitian ini adalah pengembangan produk prototype yang akan dilakukan uji coba lapangan dengan memeriksa data yang masuk ke website data yang terkirim melalui SMS ke petugas pengawas, RT dan RW sekitar dan output sistem peringatan dini bencana banjir

Adapun perencanaan jumlah biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Biaya Pembelian Hardware

Kebutuhan	Harga
1 Set Kabel Jumper <i>Male Female</i>	Rp. 20.000
1 Set Kabel Jumper <i>Female Female</i>	Rp. 20.000
1 Meter Kabel Listrik Nyz	Rp. 2.500
2 Meter Kabel Nyaf 1,5 mm	Rp. 7.000
1 Meter Kabel Nym 2 x 1,5 mm	Rp. 7.500
1 <i>Project board</i>	Rp. 30.000
1 Arduino Uno Clone	Rp. 85.000
1 Arduino Pro Micro	Rp. 75.000
1 Nodemcu esp 8266 V3	Rp. 50.000
1 Step Down MP2307DN	Rp. 7.000
1 Step Down LM2596HVS	Rp. 20.000
1 Motor Servo MG996R	Rp. 56.000
1 Modul SIM900A	Rp. 215.000
1 Modul 1 Channel Relay	Rp. 10.000
2 Sensor cahaya LDR 5 mm	Rp. 1.500
6 Resistor 10k ohm	Rp. 600
1 Solar Charge 10A 12V	Rp. 145.000
1 Solar Panel 10Wp	Rp. 145.000
1 Box PVC X3	Rp. 10.000
1 Box PVC X5	Rp. 15.000
1 Aki Kering 12V	Rp. 150.000
1 Alarm Sirine	Rp. 46.000
Jumlah	Rp. 1.118.100

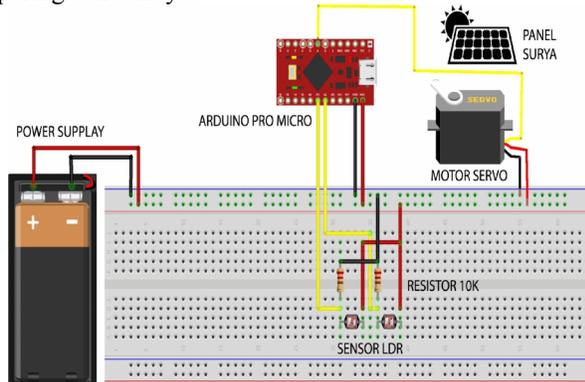
Keterangan : Daftar harga berdasarkan Toko Kiki Elektronik, Pro Instrument Elektronik dan Toko Online Tokopedia.

a. Hasil Produk *Prototype* Alat

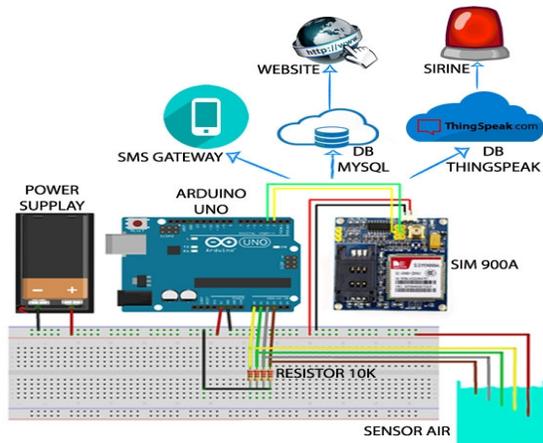
Rangkaian sumber daya yang digunakan untuk menjalankan *prototipe* alat monitoring tinggi air, dengan menggunakan aki 12 volt sebagai sumbernya. Rangkaian sumber daya ini berfungsi untuk mengisi sumber daya tegangan komponen utama melalui *solar panel* yang memanfaatkan sinar matahari untuk mengisi aki 12 volt.

Rangkaian komponen utama yang berfungsi untuk memonitoring tinggi air. Rangkaian ini akan

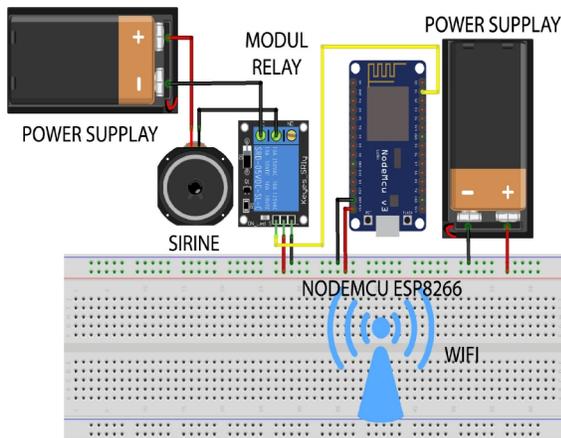
mengirim data pembacaan sensor ke database *thingspeak* dan MySQL, ketika sensor membaca batas atas bahaya level ketinggian air modul GPRS akan mengirimkan sms pemberitahuan, mengirimkan data ke database *thingspeak* dan MySQL untuk diteruskan ke komponen output untuk menghidupkan sirine tanda peringatan bahaya.



Gambar 9. Rangkaian Sumber Daya



Gambar 10. Rangkaian Komponen Utama



Gambar 11. Rangkaian Komponen Output

Rangkaian komponen output berfungsi mengambil sinyal dari database *thingspeak* untuk menghidupkan sirine tanda peringatan bahaya.



Gambar 12. Rangkaian keseluruhan

b. Hasil Pengujian *Prototype* Alat

Berikut beberapa hasil pengujian alat dari sistem monitoring ketinggian air dengan beberapa sensor di dalamnya dan ditunjukkan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 ketika peneliti melakukan pengujian pada sensor air menghasilkan data yang menyatakan nilai level air sebanyak 7 kali pengujian. Tak hanya itu hasil lainnya yaitu menyatakan nilai level sebanyak 7 kali pengujian. Hal ini menyatakan bahwa sensor berfungsi dengan baik dalam pengiriman data ke *database* dan koneksi ke perangkat lainnya.

Pada Tabel 3 ketika peneliti melakukan pengujian pada sensor cahaya menghasilkan data yang menyatakan nilai bahwa ada cahaya sebanyak 5 kali dari 10 kali pengujian. Tak hanya itu hasil lainnya yaitu menyatakan nilai bahwa tidak ada cahaya sebanyak 5 kali dari 10 pengujian. Hal ini menyatakan bahwa sensor berfungsi dengan baik.

Tabel 2. Pengujian Sensor Air

Sensor Air	Lvl 50	Lvl 60	Lvl 70	Lvl 80	Mys ql	Thing speak	Sirine
Uji 1	✓	✗	✗	✗	50	0	Tidak Bunyi
Uji 2	✓	✓	✗	✗	60	0	Tidak Bunyi
Uji 3	✓	✓	✓	✗	70	1	Bunyi
Uji 4	✓	✓	✓	✓	80	1	Bunyi
Uji 5	✓	✓	✓	✗	70	1	Bunyi
Uji 6	✓	✓	✗	✗	60	0	Tidak Bunyi
Uji 7	✓	✗	✗	✗	50	0	Tidak Bunyi

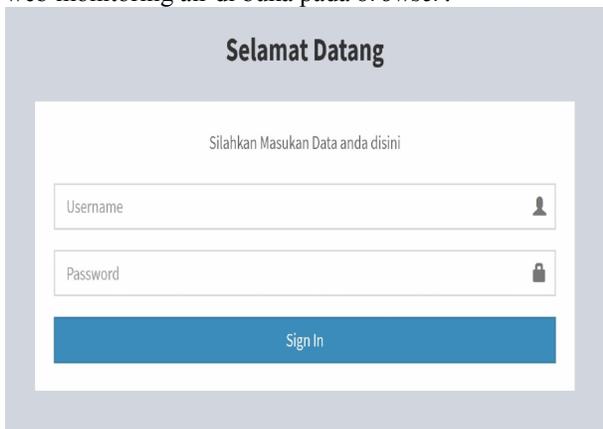
Tabel 3. Pengujian Sensor LDR

Sensor LDR	Ada Cahaya	Tidak Ada Cahaya
Pengujian 1	✓	✗
Pengujian 2	✓	✗
Pengujian 3	✓	✗
Pengujian 4	✓	✗
Pengujian 5	✓	✗
Pengujian 6	✗	✓
Pengujian 7	✗	✓
Pengujian 8	✗	✓
Pengujian 9	✗	✓
Pengujian 10	✗	✓

c. Hasil Prototype Program

1. Halaman Login

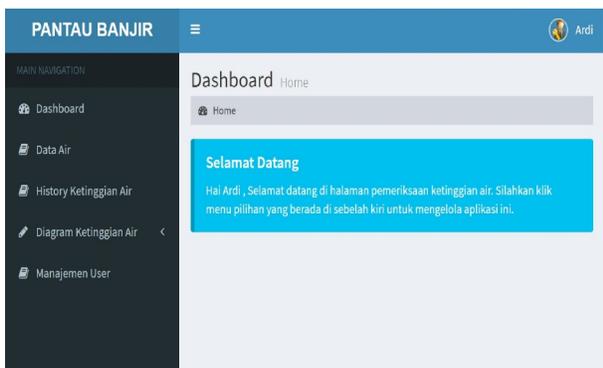
Gambar 13 menunjukkan tampilan utama ketika web monitoring air di buka pada browser.



Gambar 13. Tampilan Halaman Login

2. Halaman Utama Admin

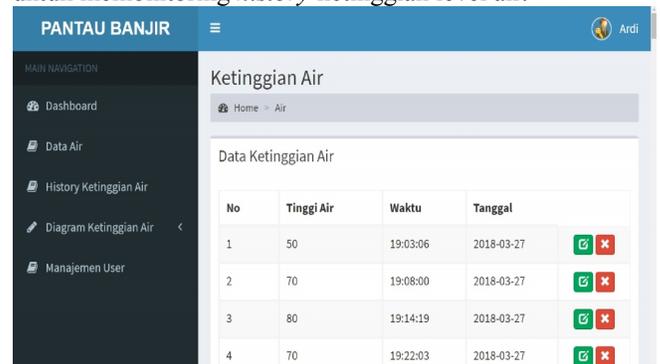
Tampilan halaman utama ini di gunakan sebagai menu utama *web monitoring* untuk memonitoring ketinggian level air. Ketika salah satu menu halaman yang terdapat pada menu halaman utama di tekan atau di klik maka akan muncul menu halaman selanjutnya sebagai data monitoring dan pengolahan website untuk admin. Ini terlihat dari Gambar 14.



Gambar 14. Halaman Utama *Web Monitoring* Air Admin

3. Halaman *History* Ketinggian Air Admin

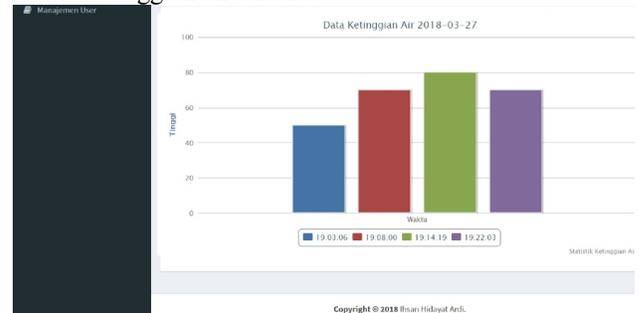
Tampilan halaman ini di gunakan sebagai menu untuk memonitoring *history* ketinggian level air.



Gambar 15. Tampilan Halaman Histori Ketinggian Air Admin

4. Halaman Diagram Ketinggian Air Perhari

Tampilan halaman ini di gunakan sebagai menu untuk memonitoring diagram ketinggian level air perhari berdasarkan waktu ketinggian air yang diterima sensor ketika ketinggian air tertentu.



Gambar 16. Tampilan Halaman Diagram Perhari

5. Hasil SMS Gateway

Tampilan SMS Gateway dapat dilihat pada Gambar 17. SMS pemberitahuan ini memberikan informasi setiap kali ketinggian air mencapai level yang ditetapkan.



Gambar 17. Tampilan SMS gateway

4. Kesimpulan

Sistem Informasi monitoring dan peringatan dini bencana banjir menggunakan *microcontroller* Arduino berbasis IoT telah dibangun, divalidasi oleh dosen pakar dan telah diuji coba oleh pengguna. Pengujian di lapangan menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mencatat riwayat ketinggian air sungai secara *realtime* yang dapat dipantau dari website monitoring. Sistem mengirimkan SMS pemberitahuan setiap kali ketinggian air mencapai level yang ditetapkan untuk membantu masyarakat mendapatkan informasi sebelum bencana banjir datang untuk memprediksi peluang terjadinya bencana banjir. Sistem mengaktifkan sirine peringatan ketika ketinggian air masuk dalam level awas banjir untuk membantu masyarakat mendapatkan pemberitahuan awal ketika bencana banjir akan datang. Sistem ini diharapkan dapat memitigasi bencana banjir sehingga membantu masyarakat dalam meminimalisir kerugian akibat bencana banjir

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Ketua RT/ RW se Kecamatan Kedungjati atas bantuan dan partisipasinya sebagai mitra penelitian. Terimakasih kepada LPPM Sekolah Tinggi Elektronika dan Komputer yang sudah member kesempatan menjadi peneliti. Terimakasih kepada Ristekdikti atas dana yang kami terima untuk mendukung penelitian yang kami laksanakan.

Daftar Pustaka

Ali, Z., Ali, H., & Badawy, M. (2015). Internet of Things (IoT): Definitions, Challenges and Recent Research Directions. *International Journal of Computer Applications*, 128(1), 37–47. <https://doi.org/10.5120/ijca2015906430>

Bambang, D. (2015). *5 Mitos Bencana Alam Yang Terbantahkan*. 1(1), 107.

Boxall, J. (2013). *A Hands-on Introduction with 65*

Projects, San Francisco.

Firmn, A., Wowor, X. N. H.F. (2015). Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, XIV(2), 66–77.

Fuad, H., & Setiawan, W. A. (2014). *Aplikasi Web Akademik Terintegrasi SMS Gateway*. 4(2), 2–5.

Gushelmi, Kamda, D. R. (2012). Pemodelan UML Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru Berbasis WAP (Studi Kasus: Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru UPI “ YPTK ” Padang). 1(1), 24–44.

Maysha, I., Trisno, H. B. (2013). Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 dan Thermoelectric Cooler. *Pemanfaatan Tenaga Surya*, 12(2), 89–96.

Indianto, W., Kridalaksana, A. H., & Yulianto, Y. (2018). Perancangan Sistem Prototipe Pendeteksi Banjir Peringatan Dini Menggunakan Arduino Dan PHP. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 12(1), 45. <https://doi.org/10.30872/jim.v12i1.222>

Dewi, L. J. E. (2010). Media Pembelajaran Bahasa Pemrograman C++. *JPTK, UNDIKSHA*, 1(Januari 2010), 63–72.

Pradana, B. A. A. S D.. (2017). *Rancang Bangun M2M (Machine-to-Machine) Communication Berbasis 6LoWPAN*. 7(1), 93–104.

Purwanto, A. (2014). *Model Sistem Peringatan Dini Banjir Di Kecamatan Satui Menggunakan Sensor Kapasitif Aluminium Foil*. 3(Agustus 2014), 545–552.

Sharma, L., & Lohan, N. (2019). *Internet of Things With Object Detection*. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7432-3.ch006>

Siregar, R. H. (2014). Aplikasi mikrokontroler avr sebagai antar muka deteksi fungsi ginjal. *PRIMA*, 11(1), 1–10.

Sugiyono. (2011). Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. In *Institut Manajemen Telkom*.