

# PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* BANJIR TERPADU BERBASIS ANDROID DAN *WEBSITE*

Mawarizkar Radhya<sup>1)</sup>, Agus Mulyana<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Jurusan Sitem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

<sup>1)</sup>mawarizkar@gmail.com, <sup>2)</sup>agus.mulyana@email.unikom.ac.id

## ABSTRAK

Banjir seakan-akan menjadi agenda rutin tiap tahunnya, banyak faktor yang menyebabkan banjir, seperti faktor alam dan faktor individu manusia-nya. Di samping itu, penanganan pencegahan banjir oleh masyarakat dan pemerintah pun belum dapat dikatakan optimal. Hal ini mendorong penulis untuk membangun sebuah sistem *monitoring* banjir terpadu berbasis Android dan *website*. Sistem ini masing-masing ditempatkan di beberapa titik daerah aliran sungai. Pada sisi perangkat keras sistem ini menggunakan panel surya sebagai sumber tegangan independen, sensor ketinggian air untuk mengetahui ketinggian air sungai, sensor hujan dan mikrokontroler sebagai pemroses data. Data yang diproses oleh mikrokontroler selanjutnya dikirim dan ditampilkan pada kontrol panel sistem pemantau, lalu data tersebut diteruskan atau dikirim ke *web server* untuk selanjutnya diolah sehingga dapat ditampilkan pada *website* menjadi sebuah informasi yang berguna untuk masyarakat dan harapannya untuk staf pemerintahan terkait. Sistem ini sudah berfungsi sebagaimana mestinya. Seperti kesesuaian membaca ketinggian air sungai, membaca kondisi hujan atau tidak, memberi peringatan banjir kepada warga sekitaran aliran sungai, mengirimkan data sensor dan menampilkannya ke sebuah halaman *website*. Dengan ini harapannya masyarakat dan pemerintah menjadi pro aktif dalam usaha mitigasi bencana banjir. Sehingga segala kerugian dapat dihindari.

**Kata kunci:** Banjir, Sensor Ketinggian Air, Sensor Hujan, Mikrokontroler, *Website*, Mitigasi.

## 1. PENDAHULUAN

Banjir yang sering terjadi di beberapa bagian di Indonesia merupakan peristiwa alam yang tidak dapat dicegah. Peristiwa banjir merupakan akibat dari berbagai sebab, misalnya hujan deras dan lamanya durasi hujan serta kondisi pengaliran sungai yang tidak mampu menahan air hujan. Namun demikian terdapat korelasi erat antara perilaku manusia yang memicu terjadinya banjir tersebut, beberapa pemicu banjir dapat disebabkan oleh hal berikut [3]: Kurangnya pohon di hulu sungai untuk daerah resapan air hujan, Perilaku masyarakat yang sering membuang sampah ke selokan atau sungai, Endapan sampah pada beberapa daerah aliran sungai, Titik temu selokan kecil ke selokan besar, kadang terjadi turbulensi, Terjadinya sedimentasi permukaan sungai.

Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) sampai bulan Juni 2016, persentase wilayah di Indonesia yang terkena bencana banjir mencapai 31,6 %. Dengan jumlah kejadian sebanyak 442 kejadian yang tersebar di wilayah Indonesia [7].

Hal ini mendorong penulis untuk merancang sebuah sistem *monitoring* banjir terpadu yang ditujukan untuk memantau atau *me-monitoring* ketinggian air sungai dengan harapan dapat meminimalisir kerugian dari peristiwa banjir, yang dikerjakan bersama oleh pemerintah dan masyarakat secara aktif.

## 2. TEORI PENUNJANG

### 2.1. Banjir

Banjir merupakan akibat dari berbagai sebab, misalnya hujan deras dan lama serta kondisi daerah pengaliran sungai yang tidak mampu menahan air

hujan, akan menimbulkan aliran permukaan yang besar. Bila palung sungai tidak mampu lagi menampung aliran permukaan yang besar, maka terjadilah banjir [1].

### 2.2. Sensor Ketinggian Air

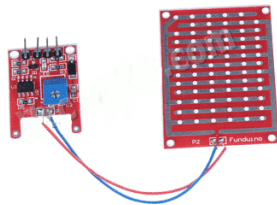
Sensor ketinggian air merupakan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz dan kemudian mendeteksi pantulannya. Dengan sensor ini maka ketinggian air sungai dapat terdeteksi. Pin modul PING))) terdapat 3 pin yang digunakan untuk jalur *power supply* (+5V), *ground* dan *signal* [2]. Sensor yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sensor ketinggian air.

### 2.3. Sensor Hujan

Sensor ini mampu mendeteksi hujan dengan keluaran digital yang merupakan keluaran TTL dengan arus (*current sourcing*). Terdapat indikator LED yang menandakan hujan atau tidak. Dengan prinsip kerja aktif *low*, yaitu sensor akan mendeteksi hujan apabila berlogika 0 [6]. Sensor yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor hujan.

## 2.4. Panel Surya

Panel surya mengkonversikan energi matahari menjadi listrik. Sel silikon yang disinari matahari atau surya, membuat *photon* yang menghasilkan arus listrik. Sebuah panel surya menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum). *Photovoltage* (biasanya disebut juga sel surya) adalah piranti semikonduktor yang dapat merubah cahaya secara langsung menjadi menjadi arus listrik searah (DC) dengan menggunakan kristal *silicon* (Si) yang tipis. Panel surya yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Panel surya.

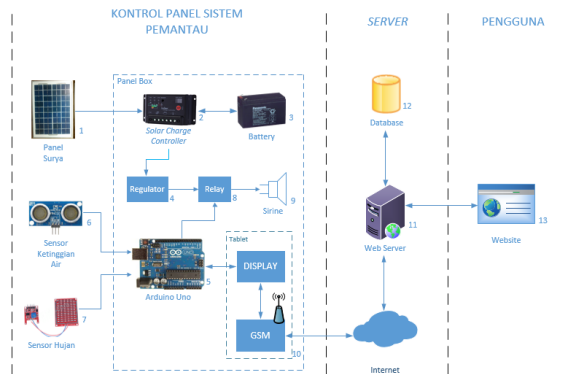
## 2.5. Android

Android adalah sistem operasi mobile yang didasarkan pada versi modifikasi dari Linux. Awalnya dikembangkan oleh *startup* dengan nama yang sama, Android, Inc pada tahun 2015. Google membeli Android dan mengambil alih pekerjaan pembangunan. Google ingin Android menjadi terbuka dan bebas. maka, sebagian besar kode android dirilis di bawah *open source Apache License*, yang berarti bahwa siapa pun yang ingin menggunakan Android dapat melakukannya dengan men-download penuh kode sumber Android[12].

## 3. PEMBAHASAN

### 3.1. Diagram Blok Sistem

Bab ini membahas tentang perancangan sistem *monitoring* banjir terpadu yang secara berkala akan menginformasikan keadaan terkini dari suatu sungai. Sebelum lebih jauh mengenai perancangan elektrikal, mekanikal dan perangkat lunaknya, terlebih dahulu akan digambarkan secara umum sistem yang dibangun pada Gambar 4.



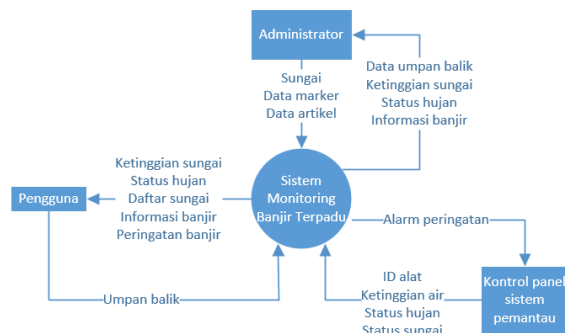
Gambar 4. Diagram blok sistem.

### 3.2. Desain Skematik Sistem

Sebelum rangkaian elektrikal tersusun di atas PCB (*Printed Circuit Board*), langkah pertama yaitu mendesain skematik hubungan antar komponen pada *software* Eagle. Desain skematik dapat dilihat pada Gambar 7.

### 3.3. Data Context Diagram

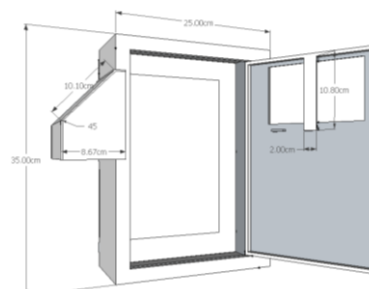
Bab ini membahas bagaimana perangkat lunak dapat bekerja sama dengan perangkat keras dalam sistem. Dalam hal ini yang diperhatikan yaitu bagaimana data ditransformasi pada saat data bergerak melalui perangkat keras ke perangkat lunak yang selanjutnya diteruskan ke *web server*. Data context diagram sistem ini dapat dilihat pada Gambar 5.



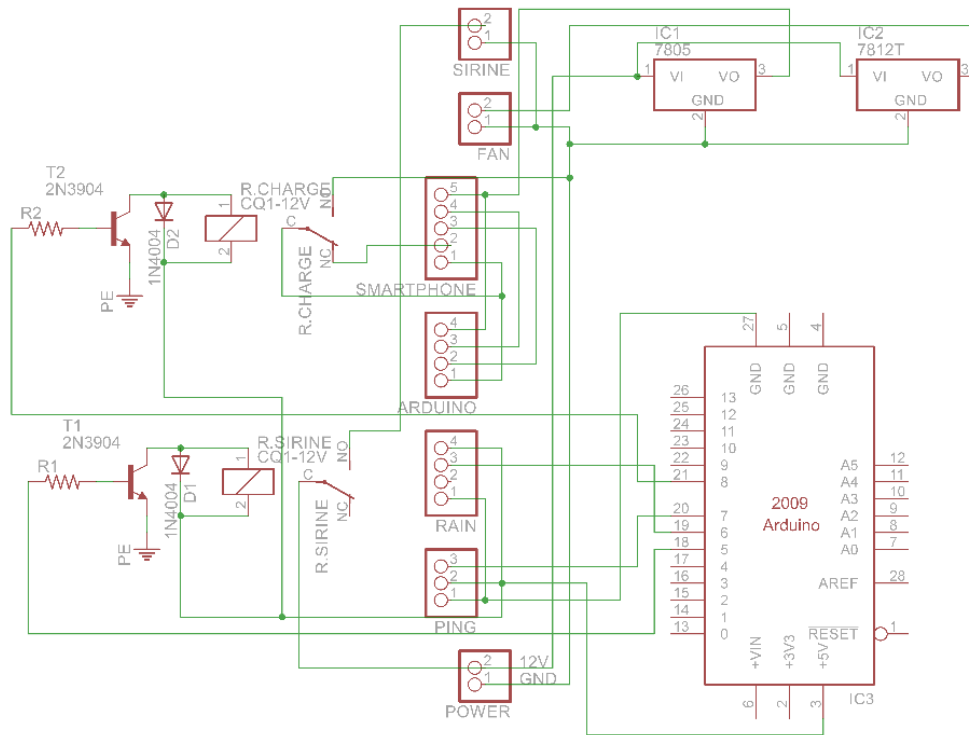
Gambar 5. Data context diagram.

### 3.4. Desain Panel Box

Untuk dimensi panel *box* memiliki panjang 12 cm, tinggi 35 cm, lebar 25 cm yang cukup untuk menempatkan beberapa komponen di dalamnya. Dan menggunakan bahan material besi. Gambar 6 menunjukkan desain panel box yang digunakan.



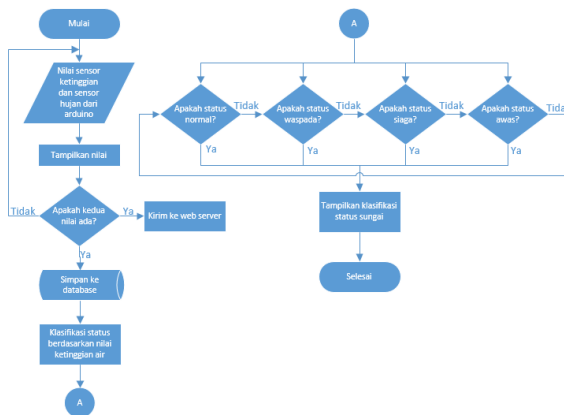
Gambar 6. Desain panel box.



Gambar 7. Desain skematik sistem.

### 3.5. Perancangan GUI Kontrol Panel Sistem Pemantau

Perancangan ini bertujuan untuk membaca nilai sensor berbasis GUI (*Graphical User Interface*) pada *tablet* yang bersistem operasi Android, maka agar terciptanya tujuan tersebut digunakanlah bantuan *software* Basic 4 Android yang menggunakan bahasa Basic untuk membangun aplikasi berbasis Android. Algoritma yang dirancang ditunjukkan dengan *flowchart* (diagram alir) pada Gambar 8 dan GUI pada Gambar 9.



Gambar 8. Flowchart GUI kontrol panel sistem pemantau.



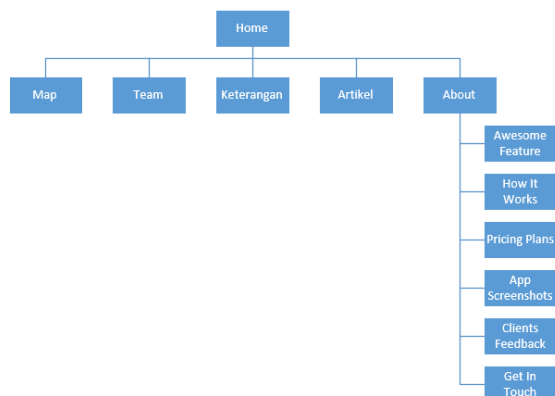
Gambar 9. GUI kontrol panel sistem pemantau.

Tabel 1. Deskripsi kontrol panel sistem pemantau

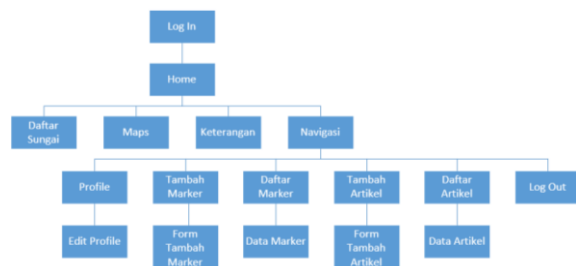
No	Deskripsi
1	Judul aplikasi.
2	Nomor ID yang berbeda di setiap aplikasi yang diletakkan di wilayah yang berbeda.
3	Lokasi di mana kontrol panel sistem pemantau ditempatkan.
4	Informasi tanggal dan waktu.
5	Informasi status sungai di wilayah di mana kontrol panel sistem pemantau ditempatkan yang menampilkan normal, waspada, siaga dan awas.
6	Informasi hujan di wilayah di mana kontrol panel sistem pemantau ditempatkan yang menampilkan tidak hujan dan sedang hujan.
7	Informasi ketinggian air sungai di wilayah di mana kontrol panel sistem pemantau ditempatkan yang menampilkan angka ketinggian air sungai.

### 3.6. Perancangan Website

Pada perancangan kali ini yaitu *sitemap* dan desain GUI sebuah *website* yang bertujuan untuk memetakan konten atau menu apa saja yang tersedia dalam satu halaman *website* dilihat pada Gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Site maps front-end.



Gambar 11. Site maps back-end.

### 3.7. Pengujian Integrasi

Maksud dari pengujian integrasi ini yaitu untuk mengetahui kehandalan, ketahanan (*endurance*), dan keakuratan dari sistem *monitoring* banjir terpadu dari segi fungsional dan mekanikal pada kondisi yang sebenarnya.

Pada pelaksanaannya, pengujian ini dilakukan pada tanggal 27 Juli 2016 yang berlokasi di sungai Cikapundung (Teras Cikapundung) Jl. Siliwangi. Menurut data dari komunitas relawan sungai Cikapundung, banjir paling parah yang pernah terjadi di kawasan ini setinggi 1,75 meter dari dasar sungai. Adapun pembagian klasifikasi status menjadi normal, waspada, siaga dan awas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi sungai Cikapundung pada saat pengujian.

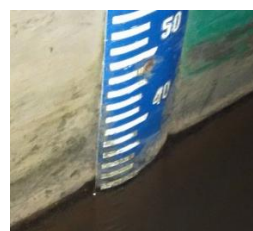
Ketinggian (meter)	Klasifikasi
0 s/d 0.43	Normal
0.44 s/d 0.87	Waspada
0.88 s/d 1.31	Siaga
1.32 s/d 1.75	Awas

Setelah mengetahui klasifikasi sungai berdasarkan ketinggian air, langkah selanjutnya yaitu menempatkan posisi sensor ketinggian air di ketinggian 1.8 meter dari dasar sungai, posisi penempatan sensor dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Posisi penempatan sensor.

Selanjutnya, pembacaan data dari sensor ketinggian air dibandingkan dengan pembacaan pada alat ukur ketinggian air (*peilscale*) untuk menunjukkan bahwa hasil pengukuran dengan 2 alat tersebut terdapat kesesuaian, dapat dilihat pada Gambar 13, 14 dan Tabel 3.



Gambar 13. Pembacaan ketinggian air menggunakan *peil scale*.



Gambar 14. Pembacaan ketinggian air menggunakan sensor ketinggian air.

Tabel 3. Perbandingan hasil pembacaan dengan 2 alat yang berbeda.

Waktu	Peil scale (meter)	Sensor ketinggian air (meter)	Keterangan
17:00	0.3	0.3	Sesuai
18:00	0.3	0.3	Sesuai
19:00	0.3	0.29	Tidak Sesuai
20:00	0.3	0.3	Sesuai
21:00	0.3	0.3	Sesuai
22:00	0.3	0.3	Sesuai
23:00	0.3	0.31	Tidak Sesuai
00:00	0.29	0.3	Tidak Sesuai
01:00	0.3	0.3	Sesuai
02:00	0.3	0.3	Sesuai
03:00	0.3	0.3	Sesuai
04:00	0.3	0.3	Sesuai
05:00	0.3	0.3	Sesuai
06:00	0.3	0.3	Sesuai
07:00	0.3	0.3	Sesuai
08:00	0.3	0.3	Sesuai
09:00	0.31	0.3	Tidak Sesuai
10:00	0.31	0.31	Sesuai
11:00	0.31	0.31	Sesuai
12:00	0.31	0.31	Sesuai
13:00	0.31	0.31	Sesuai
14:00	0.31	0.31	Sesuai
15:00	0.29	0.29	Sesuai
16:00	0.29	0.3	Tidak Sesuai



Mengacu hasil pembacaan pada tabel 3, terdapat 5 data yang tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Hal ini disebabkan oleh riak air sungai yang tidak tenang pada saat pengujian. Adapun persentase kesesuaian data dengan 2 alat yang berbeda dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase kesesuaian} &= \frac{\text{Jumlah data yang sesuai}}{\text{Total data}} \times 100\% \\ &= \frac{19}{24} \times 100\% = 79,166 \approx 79,2\% \end{aligned}$$

Data hasil pembacaan oleh sensor ketinggian air ditampilkan kontrol panel sistem pemantau, lalu data tersebut dikirim ke web server dengan interval pengiriman 5 detik sekali, yang selanjutnya ditampilkan pada halaman website yang berada pada alamat <http://simbat.web.id>, Tabel 4. menunjukkan beberapa data yang dikirim dari kontrol panel sistem pemantau. Dan pada Gambar 15 menunjukkan bahwa data yang berhasil dikirim dan ditampilkan pada halaman keterangan dari website.

Tabel 4. Status pengiriman data.

Data	Status	Kecepatan	Provider
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim	10 Kbps	Telkomsel
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Tidak Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.29;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Tidak Terkirim		
0.30;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		

0.31;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.31;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.31;TIDAK HUJAN;NORMAL	Tidak Terkirim		
0.31;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.31;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.31;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.29;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.29;TIDAK HUJAN;NORMAL	Terkirim		
0.29;TIDAK HUJAN;NORMAL	Tidak Terkirim		



Gambar 15. Data yang berhasil terkirim ke website.

Mengacu pada Tabel 4, terdapat 4 data yang tidak terkirim ke *web server* per 5 detik pengiriman, hal ini disebabkan oleh penggunaan sumber daya jaringan Internet yang bersamaan pada saat proses pengiriman dan penerimaan data pada kontrol panel sistem pemantau. Di samping itu, kontrol panel sistem pemantau juga sedang menerima data dari sensor melalui kabel USB OTG. Sehingga terjadi tabrakan proses yang menyebabkan proses terhenti lebih dari 5 detik.

Kontrol panel sistem pemantau mengirimkan data ke *web server* dengan interval 5 detik per satu kali pengiriman, di samping itu kontrol panel sistem pemantau yang berada di sungai sebelum/sesudahnya juga mengirimkan data kondisi sungai tersebut. Setelah data tiap sungai masuk ke dalam *database*, lalu dibandingkan. Tujuannya, yaitu untuk memberikan perintah mengaktifkan alarm peringatan jika sistem di sungai A dalam kondisi awas, maka dari sisi *web server* akan memerintahkan kepada sistem di sungai B agar mengaktifkan alarm peringatan. Adapun kode angka perintah yang dapat

ditranslasikan oleh mikrokontroler, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kode angka perintah.

Angka	Keterangan
1	Aktifkan mode <i>charging</i> .
2	Aktifkan mode data.
3	Aktifkan alarm dan mode data
4	Matikan alarm dan aktifkan mode data

Gambar 16 menunjukkan angka 3 yang mengharuskan sistem di sungai tersebut untuk mengaktifkan sirine.



Gambar 16. Angka 3, perintah mikrokontroler untuk mengaktifkan alarm.

Hal lain yang harus diperhatikan yaitu, bagaimana sumber tegangan independen dapat menjaga tegangan pada baterai agar selalu dalam kondisi normal atau dapat digunakan sekalipun pada kondisi malam hari, di mana panel surya tidak mendapat pancaran sinar matahari. Berikut data pengujian siklus pengisian (*charging*) dari panel surya ke baterai dan dari baterai ke *smartphone tablet* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Siklus *charging*.

Waktu	Level baterai <i>smartphone tablet</i> (%)	Baterai VRLA (Volt)	Sistem pemantau	Charge dari baterai ke <i>smartphone tablet</i>	LED indikator beban <i>solar charger</i>
17:00	87 %	12.38	ON	-	HIJAU
18:00	75 %	12.2	ON	-	HIJAU
19:00	63 %	12.14	ON	-	HIJAU
20:00	51 %	12.09	ON	-	HIJAU
21:00	39 %	12.05	ON	-	HIJAU
22:00	27 %	12.01	ON	-	HIJAU
23:00	15 %	11.94	OFF	15 menit	HIJAU
00:00	20 %	11.62	ON	-	HIJAU

01:00	15%	11.31	OFF	15 menit	HIJAU
02:00	20%	11.01	ON	-	MERAH
03:00	15%	10.69	OFF	-	MERAH
04:00	0%	10.69	OFF	-	MERAH
05:00	0%	10.69	OFF	-	MERAH
06:00	0%	10.69	OFF	-	MERAH
07:00	0%	11.43	OFF	-	MERAH
08:00	0%	11.71	OFF	-	MERAH
09:00	0%	11.96	OFF	-	MERAH
10:00	15%	12.01	OFF	15 menit	HIJAU
11:00	20%	11.96	ON	-	HIJAU
12:00	15%	11.96	OFF	15 menit	HIJAU
13:00	20%	11.71	ON	-	HIJAU
14:00	15%	11.79	OFF	15 menit	HIJAU
15:00	20%	11.74	ON	-	HIJAU
16:00	15%	11.67	OFF	15 menit	HIJAU

Mengacu pada data di Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa:

1. Siklus *charging* dari baterai VRLA ke *smartphone tablet* maksimal dapat dilakukan selama 15 menit, hal ini menghindari jeda waktu (*delay*) terhadap data yang tidak terkirim ke *web server*, karena selama pengisian (*charging*) sistem yang berada di sungai tidak dapat mengirim data apapun ke *web server*.
2. Baterai VRLA belum mampu sepenuhnya *mendrive* beban selama 24 jam, hal ini ditandai dengan LED indikator beban pada *solar charge controller* berwarna merah yang berarti baterai dalam keadaan *low voltage*.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1. Kesimpulan

Mengacu pada hasil yang telah didapatkan dari beberapa pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat persentase kesesuaian pembacaan jarak dari sensor ketinggian air dengan hasil pengukuran menggunakan *peil scale* yaitu sebesar 79.2 %.
2. Kontrol panel sistem pemantau terhenti selama 7 jam di malam hari, dikarenakan tidak mendapat pancaran sinar matahari yang berguna untuk mengisi tegangan dan arus pada baterai, sehingga kontrol panel sistem pemantau belum dapat bekerja selama 24 jam.
3. Pada proses pengiriman data, sistem mengalami tabrakan proses pada sumber daya utama (kontrol panel sistem pemantau) di beberapa waktu yang menyebabkan data tidak terkirim ke *web server*.
4. Mekanisme peringatan banjir sudah bekerja sesuai dengan harapan, yaitu ketika sungai di titik A dalam kondisi awas, *web server*

memberikan perintah untuk mengaktifkan alarm ke sistem sungai B.

5. Di sisi *website*, data yang diterima langsung ditampilkan pada halaman keterangan *website* dan terus memuat ulang data ketika data yang baru diterima. Dengan begitu informasi yang diterima oleh masyarakat lebih terkini.

#### 4.2. Saran

Adapun saran untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem *monitoring* banjir terpadu ini, yaitu:

1. Baiknya menggunakan bantuan sensor ketinggian air yang lain, karena sensor ketinggian air yang digunakan pada sistem ini memiliki batas maksimum pembacaan sampai 3 meter saja, seperti menggunakan saklar di ketinggian >3 meter.
2. Gunakan rangkaian *charger smartphone tablet* yang sesuai dengan spesifikasi *tablet*. Agar proses *charging* tidak terlalu lama.
3. Ganti interval pengiriman data yang semula 5 detik sekali menjadi >5 detik, agar tidak terjadi tabrakan proses.
4. Tambah algoritma keputusan pengiriman perintah alarm banjir dengan studi kasus lebih dari 2 kontrol panel sistem pemantau yang berada di sungai.
5. Gunakan motor servo dalam mekanik penempatan sensor ketinggian air, agar apabila banjir sudah melewati batas minimum penempatan sensor. Maka sensor akan tertutup atau berbalik arah sehingga sensor tidak terkena banjir.
6. Gunakan *bluetooth* untuk komunikasi antara *tablet* dengan mikrokontroler.
7. Gunakan algoritma pengiriman data *event-base*, yaitu membedakan interval pengiriman data ketika status awas, dan status selain awas.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Sudaryoko, Y., 1986, *Pedoman Penanggulangan Banjir*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [2] Datasheet PING))) Ultrasonic Distance Sensor. Parallax, Desember 2015.
- [3] Mulyana, Agus, 2015, *Sistem Pemantauan Banjir Terpadu Kodya Bandung*, FTIK Universitas Komputer Indonesia.
- [4] Indonesia, Solar Surya, 2012, *VRLA Baterai*, (Online), diakses pada tanggal 8 Juli 2015, dari world wide web: <http://http://solarsuryaindonesia.com/info/vrla-baterai>
- [5] Novianta, Andang, 2013, *Alat Deteksi Dini Bahaya Banjir dengan Penyampaian Informasi Tinggi Muka Air Menggunakan Data Logger Berbasis GSM Gateway*, *Makalah Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, Yogyakarta.
- [6] Vcc2gnd, 2015, *Datasheet RSFP2 Raindrop Sensor (Sensor Hujan)*, (Online), Diakses pada tanggal 9 Juli 2015, dari world wide web: <http://vcc2gnd.com/sku/RSFP2>
- [7] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2013, *Data dan Informasi Bencana Indonesia*, (Online), Diakses pada tanggal 11 Juni 2016, dari world wide web: <http://dibi.bnpb.go.id>
- [9] Anywhere Software, 2016, *B4A – The simple way to develop native Android apps*, (Online), Diakses pada tanggal 5 Juli 2015, dari world wide web: <https://www.b4x.com/b4a.html>
- [10] Arduino / Genuino Uno, 2016, *Arduino Overview*, (Online), Diakses pada tanggal 4 Maret 2015, dari world wide web: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [11] Datasheet XCSOURCE Solar Charge Controller. XCSOURCE, Desember 2015.
- [12] Lee, Wei-Meng., 2012, *Beginning Android 4 Application Development*. Indianapolis: John Willey & Sons, Inc.