

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING LEVEL AIR DAN TINGGI SEDIMENTASI PADA SALURAN IRIGASI BERBASIS INTERNET OF THINGS

Siti Syekha Sasmita¹, Yusman², Usardi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: sasmitasiti01@gmail.com¹, yusman@pnl.ac.id², usardi.pnl@gmail.com³

Abstrak – Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian. Ada berbagai macam model irigasi seiring perkembangan zaman karena perkembangan teknologi juga semakin pesat yang dimaksudkan untuk mempermudah manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan rancang bangun sistem monitoring level Air dan tinggi sedimentasi pada saluran irigasi berbasis *Internet of Things*, untuk mempermudah dalam mengairi lahan pertanian. Alat monitoring ini direncanakan dan didesain menggunakan sensor ultrasonik dan sensor elektroda, dapat membuka pintu irigasi secara otomatis menggunakan motor stepper, serta dapat membuka saluran pembuangan secara otomatis untuk mencegah terjadinya banjir dengan motor servo. Sistem ini dapat melakukan pemantauan kondisi kanal irigasi melalui perangkat Android operator. Untuk dapat terhubung langsung dengan sinyal Wi-Fi, maka digunakan Wifi ESP8266 agar dapat mengirim data informasi ke perangkat Android. Semua sistem ini dikontrol oleh mikrokontroler. Hasil pengujian secara keseluruhan memperlihatkan bahwa sistem ini telah mampu melakukan monitoring level air dan sedimentasi kanal irigasi dengan baik sesuai dengan perancangan algoritmanya. Untuk level air saluran utama, pintu air akan membuka 100% jika ketinggian air telah >15cm, pintu air tutup 50% jika ketinggian mencapai 10 cm dan pintu air akan tutup penuh bila ketinggian air turun ke 5 cm. Untuk deteksi tinggi sedimentasi, dimana alarm akan berbunyi bila ketebalannya telah mencapai 4 cm.

Kata-kata kunci: *Sensor Elektroda, Sensor Ultrasonik, Motor Servo, Motor Stepper, Wifi ESP8266, App Inventor*

Abstract – Irrigation is an effort to provide and regulate water to support agriculture. There are various kinds of irrigation models along with the times because technological developments are also getting faster which is intended to make it easier for humans. The purpose of this research is to design a monitoring system for water level and sedimentation height in irrigation canals based on the Internet of Things, to make it easier to irrigate agricultural land. This monitoring tool is planned and designed using ultrasonic sensors and electrode sensors, can open the irrigation door automatically using a stepper motor, and can open the drain automatically to prevent flooding with a servo motor. This system can monitor the condition of irrigation canals through the operator's Android device. To be able to connect directly with a Wi-Fi signal, Wifi ESP8266 is used so that it can send information data to Android devices. All these systems are controlled by a microcontroller. The overall test results show that this system has been able to properly monitor the water level and sedimentation of irrigation canals according to the algorithm design. For the main channel water level, the floodgate will open 100% if the water level is >15cm, the floodgate will close 50% if the height reaches 10 cm and the floodgate will fully close when the water level drops to 5 cm. For the detection of sedimentation height, where the alarm will sound when the thickness has reached 4 cm.

Key words: *Electrode Sensor, Ultrasonic Sensor, Servo Motor, Stepper Motor, Wifi ESP8266, App Inventor*

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan baik bagi manusia, hewan dan tumbuhan di bumi. Untuk kebutuhan bagi manusia, air diperlukan diantaranya untuk keperluan sehari-hari rumah tangga, keperluan pertanian, sumber daya alam berupa PLTA, sebagai sarana transportasi, sarana irigasi dan lain-lain.

Salah satu pemanfaatan sumber daya air dalam bidang pertanian contohnya adalah dengan memanfaatkan saluran irigasi untuk mengaliri air ke persawahan. Secara umum irigasi adalah penggunaan air pada tanah untuk tanaman[1]. Sedangkan menurut UU No.7 Tahun 2004, yang dimaksud dengan irigasi

adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air untuk menunjang pertanian.

Salah satu faktor yang mempengaruhi pengairan pada persawahan adalah laju aliran dan debit air. Jika debit air berkurang maka laju-aliran air ke persawahan akan berkurang pula. Hal ini akan mempengaruhi produktifitas hasil panen dan akan memberikan dampak kerugian pada petani. Salah satu penyebab berkurangnya debit air yang mengalir adalah karena terjadinya sedimentasi pada saluran irigasi.

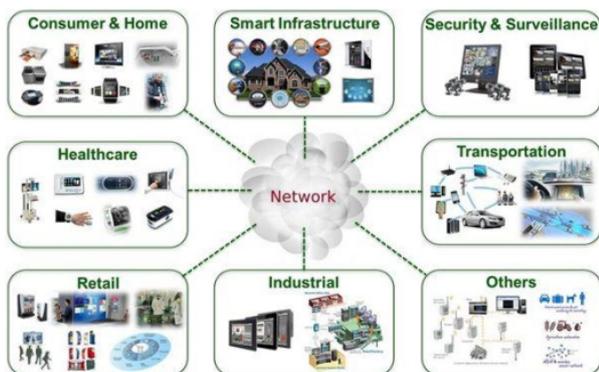
Sedimentasi adalah kondisi penumpukan material hasil erosi di tempat tertentu. Jenis sedimentasi yang terjadi pada saluran irigasi adalah sedimentasi akuatis.

Sedimentasi akuatis adalah kondisi pengendapan suatu material yang disebabkan oleh aliran air.

Untuk penanganan masalah sedimentasi pada kanal atau saluran irigasi, biasanya petani atau masyarakat melakukan monitoring secara manual dengan mendatangi langsung ke lapangan, atau dikala debit aliran air telah berkurang. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem atau perangkat yang dapat membantu memonitoring level air dan tinggi sedimentasi pada saluran irigasi, serta dapat memberikan peringatan lebih dini tentang level sedimentasi yang telah terjadi untuk mencegah terjadinya hambatan pada debit aliran air ke persawahan.

Sistem yang dibangun berupa suatu perangkat yang bekerja untuk memonitoring level air dan sedimentasi secara *real time* dan dapat dipantau melalui perangkat *smartphone* pihak operator berbasis *Internet of Things* (IoT). Kemudian juga akan diberikan notifikasi atau peringatan dini ke *smartphone* operator bila telah terjadi sedimentasi dan level air pada ambang batas. Sehingga diharapkan dengan sistem ini petani dan aparat masyarakat dapat terbantu untuk menjaga aliran air ke persawahannya.

Internet of Things sendiri merupakan sebuah konsep teknologi komunikasi antar perangkat dengan menggunakan koneksi internet. Pengertian lain, *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu perangkat yang memiliki kemampuan mengirimkan data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer[2]. Beberapa penerapan IoT dalam berbagai bidang sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1, khususnya di Sektor Infrastruktur cerdas, Pembangkit Energi, Retail, Telekomunikasi, Industri, Transportasi, Pertanian dan lain sebagainya.



Gbr. 1 Semua Aktivitas Manusia terhubung Internet

II. METODOLOGI

Perancangan sistem monitoring ketinggian sedimentasi dan level air berbasis IoT meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Untuk perangkat keras elektronik yang digunakan diantaranya: sensor ultrasonik dan elektroda, Limit Switch, Arduino Uno R3 dan Arduino Pro Mini berbasis ATmega328, Modul IoT, Motor Stepper, dan Motor Servo.

A. Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler adalah suatu *chip* berupa IC (*Integrated Circuit*) yang berperan sebagai pengendali rangkaian elektronik dan secara umum mampu melakukan penyimpanan *coding* algoritma di dalam *flash* memorinya. Mikrokontroler merupakan sebuah sistem mikroprosesor yang didalamnya terdiri dari CPU, ROM, RAM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang saling terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh manufaktur pembuatnya dan dikemas dalam satu *chip*, sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai dengan aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya[3]. ATmega328 adalah mikrokontroler keluarga AVR (*Alf and Vegaard's Risc Processor*) 8-bit buatan Atmel. ATmega328 merupakan seri mikrokontroler CMOS (*Complementary Metal Oxid Semiconductor*) dan dengan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*).

B. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P. *Board* ini memiliki I/O (*input/output*) sebanyak 14 digital pin, yang juga dapat digunakan sebagai output PWM, antara lain pin 0 sampai 13, 6 pin *input* analog. Menggunakan *crystal* 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, jack listrik, *header* ICSP dan tombol reset[3]. Modul arduino uno R3 diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gbr. 2 Board Arduino Uno R3

C. Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino Pro Mini memiliki 14 pin I/O digital, 8 masukan analog, resonator *on-board*, tombol reset, dan *header* pin. *Header* enam pin dapat dihubungkan ke kabel FTDI atau papan *breakout sparkfun* untuk menyediakan daya USB dan komunikasi ke *board*[4]. Adapun *board* dari Arduino Pro Mini seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.

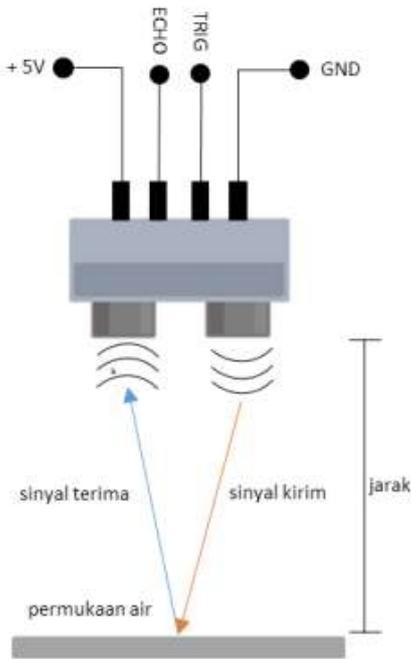


Gbr. 3 Board Arduino Pro Mini

D. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah alat yang terdiri dari *transmitter* dan *receiver*. Prinsip kerja sensor ultrasonik didasarkan pada pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi suatu objek tertentu yang ada di depannya. Sensor ultrasonik bekerja pada daerah diatas gelombang suara, yaitu diatas 20 kHz.

Bagian *transmitter* akan memancarkan gelombang ultrasonik melalui medium udara. Jika gelombang tersebut mengenai suatu penghalang atau objek, maka gelombang akan dipantulkan kembali dan diterima oleh bagian *receiver* pada sensor, selanjutnya dihitung waktu bolak-balik gelombang ultrasonik tersebut, kemudian dapat ditentukan jaraknya[5]. Prinsip kerja sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 4.

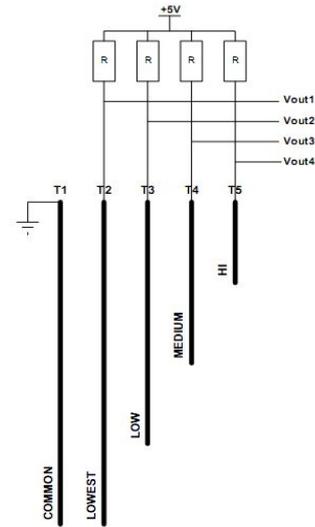


Gbr. 4 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

E. Sensor Elektroda

Elektroda adalah elemen konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah rangkaian. Elektroda terbuat dari bahan konduktor yang memungkinkan arus dapat melewatinya, umumnya terbuat dari logam seperti tembaga, nikel, seng dan lainnya. Elektroda dihubungkan dengan rangkaian sehingga arus akan mengalir melalui rangkaian tersebut. Dalam sel elektrokimia, elektroda dapat disebut sebagai anoda atau katoda. Anoda adalah terminal positif sementara katoda adalah terminal negatif.

Oleh karena itu sensor elektroda juga dapat digunakan untuk mengukur tinggi sedimentasi. Tegangan-tegangan *output* sensor elektroda dapat digunakan untuk memonitoring tinggi sedimentasi[5]. Gambar 5 adalah ilustrasi sensor Elektroda.



Gbr. 5 Sensor Elektroda

F. Arduino IDE

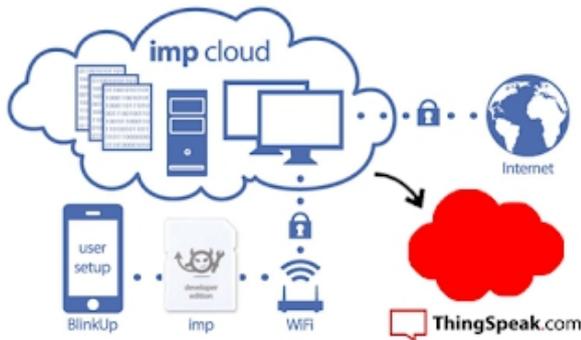
Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah aplikasi lintas platform (untuk Windows, macOS, Linux) yang ditulis dalam fungsi dari C dan C++. Arduino IDE ini digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke *board* yang kompatibel dengan Arduino. Bahasa pemrograman Arduino (*sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman. Tampilan *Loading Page* Arduino IDE seperti pada Gambar 6[6].



Gbr. 6 Loading Page Arduino IDE

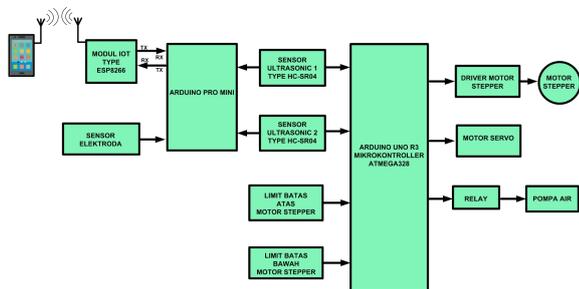
G. ThingSpeak

ThingSpeak adalah suatu platform *open source* IoT, yaitu aplikasi dan API untuk menyimpan dan mengambil data menggunakan protokol HTTP melalui Internet atau melalui jaringan LAN. ThingSpeak memungkinkan pembuatan dan penggunaan aplikasi sensor logging, aplikasi pelacakan lokasi, dan *social network* berhubungan dengan *update* status. ThingSpeak memungkinkan pengguna untuk menganalisis dan memvisualisasikan data yang diunggah menggunakan Matlab tanpa memerlukan pembelian lisensi Matlab dari MathWorks. Cara kerja ThingSpeak seperti ditunjukkan pada Gambar 7 [7].



Gbr. 7 Cara Kerja ThingSpeak

Perancangan perangkat keras elektronik dalam bentuk blok diagram sistem seperti ditunjukkan pada Gambar 8, dan rancangan mekanik 3-D untuk simulasi saluran irigasi seperti ditunjukkan pada Gambar 10.

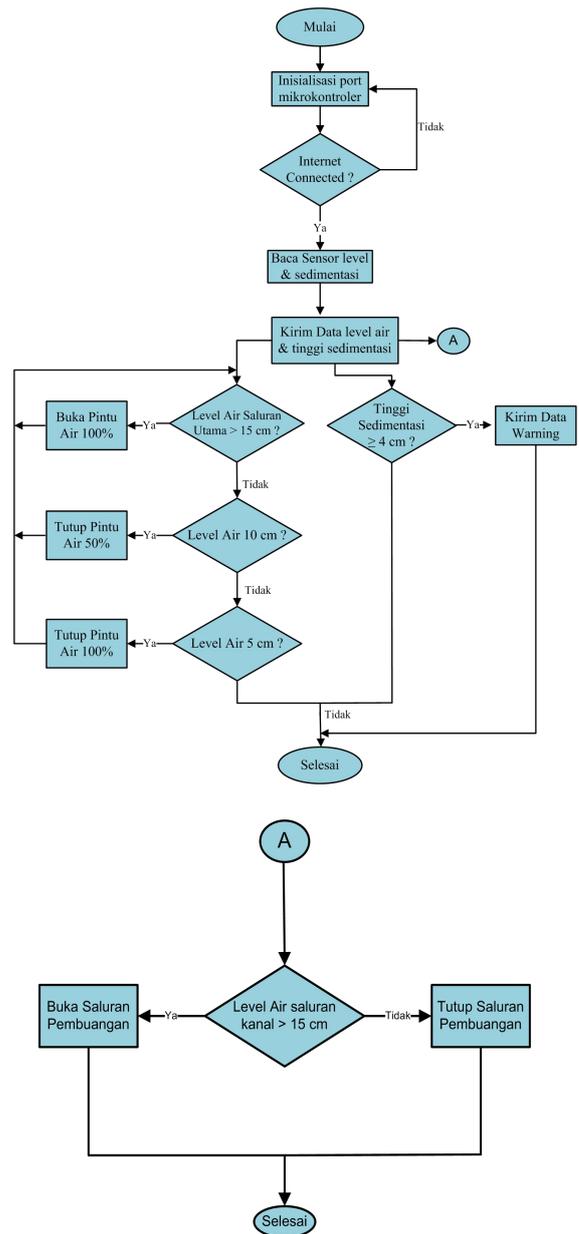


Gbr. 8 Blok Diagram Sistem

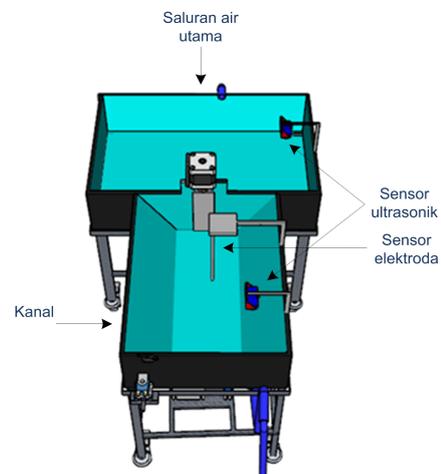
Penjelasan blok diagram diatas adalah sebagai berikut :

1. Sensor Ultrasonik berfungsi untuk mengukur level air.
2. Sensor Elektroda berfungsi untuk mengukur sedimentasi.
3. Sistem minimum ATmega 328 berfungsi sebagai pusat pengontrolan sistem.
4. Mikrokontroler Arduino Pro Mini berfungsi sebagai pembaca data sensor.
5. Modul ESP8266 berfungsi untuk menghubungkan langsung mikrokontroler ke Wi-Fi.
6. Motor Servo berfungsi untuk membuka saluran pembuangan.
7. Driver Motor Stepper berfungsi sebagai pengendali motor stepper.
8. Motor Stepper berfungsi untuk membuka pintu Saluran utama.
9. Limit Switch berfungsi untuk membatasi kerja dari motor stepper yang sedang beroperasi.
10. Relay berfungsi sebagai saklar ON/OFF Pompa Air.
11. Pompa Air berfungsi sebagai penyuplai air ke saluran irigasi.
12. Android sebagai sarana monitoring.

Flowchart perancangan perangkat lunak (software) seperti diperlihatkan pada Gambar 9, dan rancangan 3-D miniatur saluran irigasi seperti diperlihatkan pada Gambar 10.



Gbr. 9 Diagram Alir Sistem



Gbr. 10 Desain 3-D Miniatur Saluran Irigasi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat dilakukan pada tiap bagian rangkaian elektronik yang terdapat pada sistem monitoring level air dan tinggi sedimentasi pada saluran irigasi. Sistem ini diuji dengan menggunakan simulator irigasi dalam skala yang lebih kecil, yang meliputi saluran irigasi utama dengan dimensi panjang, lebar, tinggi 44×31×20 cm dan kedalaman 18 cm, saluran kanal dengan dimensi 77,5×45,5×20 cm, dan kedalaman 18 cm, serta pintu irigasi dengan dimensi tinggi, lebar 17,5×6 cm.

A. Pengujian Data Sensor

Tabel 1 dan Tabel 2 merupakan tabel pembacaan dari sensor ultrasonik yang terdapat pada saluran kanal dan saluran utama. Selain untuk ditampilkan pada App Inventor, data ini juga digunakan sebagai acuan untuk membuka tutup pintu irigasi dan saluran pembuangan. Apabila level air pada saluran utama dan saluran kanal telah mencapai batas maksimumnya, maka pintu irigasi atau saluran pembuangan akan terbuka.

Tabel I
Level Air Pada Saluran Utama

Level Air Saluran Utama (cm)	Buka/Tutup Pintu Air (%)	Keterangan
> 15 cm	100 % Buka	Tinggi
±10 cm	50 % Tutup	Normal
±5 cm	0 % Tutup	Rendah

Tabel II
Level Air Pada Saluran Kanal

Level Air Saluran Kanal (cm)	Saluran Pembuangan	Keterangan
> 15 cm	Buka	Tidak normal
15 cm	Tutup	Normal
< 15 cm	Tutup	Rendah

Dari hasil pengamatan pada saluran air utama menunjukkan bahwa, pada saat sensor membaca level air lebih dari 15 cm, pintu air akan dibuka 100%. Berikutnya saat sensor membaca level air turun menjadi 10 cm, maka pintu air akan tutup 50%. Dalam hal ini sistem dikondisikan bahwa jika terjadi penurunan ketinggian air pada level tertentu, maka bukaan pintu air harus dikurangi sebagian untuk menyesuaikan dengan kapasitas air yang tersedia. Kemudian ketika level air telah mencapai 5 cm, pintu air akan tutup sepenuhnya (100%). Hasil pengamatan ini sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Selanjutnya untuk pengamatan pada saluran kanal, saat sensor mendeteksi level air telah melebihi 15 cm, maka saluran pembuangan (aliran ke area lain) akan dibuka (aktif), bila level air di kanal mencapai 15 cm atau kurang dari 15 cm maka saluran pembuangan akan tetap tutup. Hasil pengamatan ini sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Untuk pengujian tinggi sedimentasi (endapan), dimana deteksi tinggi sedimentasi menggunakan sensor elektroda, dan sekaligus sebagai acuan untuk mengukur level air sebenarnya. Jika tinggi sedimentasi pada kanal telah mencapai atau melebihi 4 cm (30-40% dari tinggi kanal), maka alarm aktif dan dikirimkan data *warning* ke *smartphone* operator. Hasil pengamatan ini sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel III
Data Tinggi Sedimentasi dan Level Air

Tinggi Sedimentasi (cm)	Level Air ($H_{sk} - H_{sd}$)	Alarm
1 cm	11 cm	-
2 cm	10 cm	-
3 cm	9 cm	-
4 cm	8 cm	✓

Keterangan :

Hsk = Tinggi Saluran kanal (cm)

Hsd = Tinggi Sedimentasi (cm)

Contoh hasil tampilan monitoring sistem irigasi pada perangkat *smartphone* seperti ditunjukkan pada Gambar 11. Pada perangkat *smartphone* tersebut mampu ditampilkan hasil tinggi air saluran utama pada level 14 cm, tinggi air saluran kanal sebesar 14 cm, jarak sonar terhadap endapan 10 cm, dan tinggi endapan mencapai 4 cm.

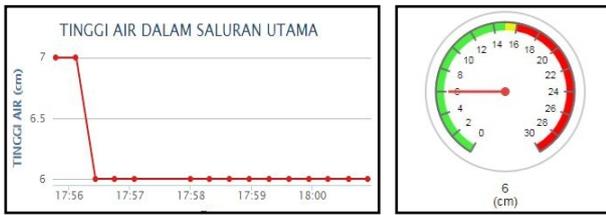


Gbr. 11 Tampilan monitoring tinggi sedimentasi dan level permukaan dari perangkat Android

B. Monitoring Data Grafis Melalui Web

Monitoring ketinggian level air dan sedimentasi melalui web bertujuan untuk menunjukkan tampilan grafis dari pembacaan sensor dan trend perubahan pembacaan data terhadap waktu, baik itu data level air maupun tinggi sedimentasi. Data perubahan yang dikirim oleh perangkat keras sistem ke halaman web dengan interval

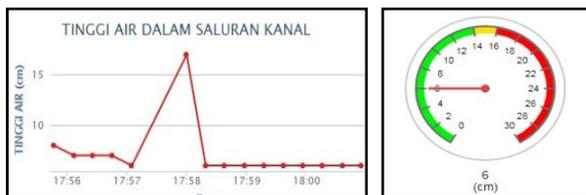
setiap 1 detik. Gambar 12 merupakan data grafik dan *gauge* dari tinggi air pada saluran utama.



Gbr. 12 Tinggi Air Pada Saluran Utama

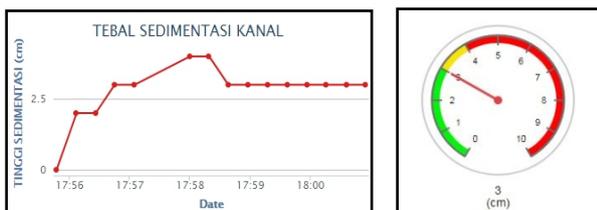
Data-data tersebut dapat dilihat pada website ThingSpeak yang telah dirancang untuk dapat memonitoring sistem. Disini terlihat bahwa ketinggian air pada detik awal (Jam 17.56) mencapai 7 cm. Berselang sekitar 1 detik kemudian data ketinggian air turun pada posisi 6 cm dan stabil pada 6 cm tersebut hingga beberapa detik kemudian. Data ketinggian air di saluran utama ini akan terus ditampilkan terhadap waktu selama sistem perangkat keras di irigasi tetap ON dan mengirimkan data. Gambar sisi kanan merupakan tampilan *gauge* yang menunjukkan level status kewaspadaan yang dilengkapi tiga warna, dimana warna hijau menunjukkan level normal, kuning waspada dan merah tidak normal.

Gambar 13 merupakan data grafik dan *gauge* dari tinggi air pada saluran kanal. Pada gambar tersebut terlihat kondisi ketinggian air pada saat awal (Jam 17.56) kurang dari 10 cm. Berselang 2 detik kemudian level air naik secara bertahap hingga mencapai lebih dari 15 cm. Kemudian ketinggian air menurun dan stabil di 6 cm, sebagaimana terlihat juga pada tampilan *gauge* pada level 6 cm yang masih dalam level normal.



Gbr. 13 Tinggi Air Pada saluran Kanal

Adapun Gambar 14 adalah tampilan grafis dan *gauge* untuk tebal sedimentasi yang terdapat di saluran kanal irigasi. Pada gambar tersebut terlihat di kondisi awal, tinggi sedimentasi naik secara bertahap pada 2 cm, menuju 3 cm, dan hingga 4 cm. Selanjutnya turun kembali dan stabil pada 3 cm, sebagaimana pada tampilan *gauge*-nya yang juga sesuai di level 3 cm.



Gbr. 14 Tebal Sedimentasi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian dan analisa dari alat yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sensor ultrasonik pada sistem monitoring ini dapat memonitoring level air dengan baik pada saluran utama dan saluran kanal.
2. Sensor elektroda mampu memonitoring dengan baik tinggi sedimentasi.
3. Sistem monitoring level air dan tinggi sedimentasi ini dapat dipantau dengan baik melalui App Inventor pada android.
4. Jangkauan pengiriman data Wi-Fi ESP8266 dapat mencapai maksimal 600 cm, dan tidak dapat mengirim data jika di atas angka tersebut.
5. Koneksi jaringan yang tidak baik menyebabkan delay pengiriman data, yang dapat dilihat pada App Inventor.
6. Selain dapat memonitoring level air dan tinggi sedimentasi, alat ini juga dapat membuka tutup pintu irigasi secara otomatis berdasarkan level air pada saluran utama yang dimonitor oleh sensor ultrasonik.
7. Alat ini juga dapat membuka saluran pembuangan secara otomatis berdasarkan level air yang dimonitor oleh sensor ultrasonik pada saluran kanal, untuk mencegah terjadinya banjir.

REFERENSI

[1] Hansen, V. E., Israelsen, O. W., & Stringham, G. E. (1980). Irrigation principles and practices (No. 04; S613. I75, H3 1980.). New York: Wiley.

[2] Ashton. (1980). *Internet untuk Segala*. Diakses pada 20 Mei 2020, dari Wikipedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Internet_untuk_Segala

[3] Febianto. (9 April 2014). *Apa itu Arduino Uno*. Diakses pada 24 Mei 2020, dari ndoware: <https://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>.

[4] Beetrone. (2020). Arduino Pro Mini 5V/16 MHz. Diakses pada 20 April 2020, dari Beetrone: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-pro-mini>.

[5] Taufiqurrahman, B. A., & Albana, Y. (2013). Perancangan Sistem Telemetri Untuk Pengukuran Level Air Berbasis Ultrasonic. *Proceeding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems* (pp. 125-130).

[6] Sinauarduino. (16 Maret 2016). Mengenal Arduino Software (IDE). Diakses pada 20 Mei 2020, dari Sinauarduino: <https://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>.

[7] Setiawan, Y., Tanudjaja, H., & Octaviani, S. (2019). Penggunaan Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Sistem Hidroponik. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 175-182.