

Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Buka Tutup Pintu Waduk Lhokseumawe Secara Otomatis Berbasis Android

Hendra Dilfa¹, Salahuddin², M. Basyir³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹hendra@gmail.com

²salahuddin.mt@pnl.ac.id

³basyir_mt@gmail.com

Abstrak— Penelitian ini dilakukan dikarenakan seringkali terjadinya banjir di Kota Lhokseumawe khususnya di kecamatan Banda Sakti ketika hujan deras melanda. Hal tersebut terjadi karena kinerja dari Waduk (Reservoir) Kota Lhokseumawe kurang efektif dan pintu pembuangan/penampungan air pada waduk masih menggunakan pengontrolan secara manual yang dilakukan oleh operator waduk. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat sebuah miniatur Waduk Kota Lhokseumawe sebagai simulator pengontrolan pintu pembuangan/penampungan air secara otomatis menggunakan sensor water level dan sensor ultrasonic sebagai pendeteksi kedalaman air pada waduk serta dilengkapi dengan system emergency yaitu pompa pembuangan air dari waduk langsung ke tengah laut menggunakan pipa bawah laut ketika waduk tidak dapat menampung air lagi. Dan pada perancangan ini juga dilengkapi dengan monitoring jarak jauh menggunakan Smartphone Android yang dikirim melalui via Wireless. Hasil pembacaan sensor water level dan sensor ultrasonic akan dikirim secara telemetri menggunakan wireless dan pada android akan menampilkan level ketinggian air, status buka/tutup pintu, status alarm dan status pompa.

Kata kunci—Waduk (Reservoir), Sensor Water Level, Sensor Ultrasonic, System Emergency, Telemetri.

Abstract— This research was conducted due to the frequent occurrence of floods in Lhokseumawe City especially in the Banda Sakti sub-district when heavy rains hit. This happens because the performance of the Lhokseumawe City Reservoir is less effective and the drainage / reservoir water in the reservoir still uses manual control performed by the reservoir operator. The purpose of this research is to design and build a miniature of the Lhokseumawe City Reservoir as a simulator to control the drainage gates automatically using a water level sensor and ultrasonic sensor to detect water depths in the reservoir and to be equipped with an emergency system that is a drain pump from the reservoir directly to the center the sea uses subsea pipelines when reservoirs cannot hold water anymore. And in this design is also equipped with remote monitoring using an Android smartphone that is sent via Wireless. The results of the reading of the water level sensor and ultrasonic sensor will be sent by telemetry using wireless and on Android will display the water level, open / close door status, alarm status and pump status.

Keywords— Reservoir, Water Level Sensor, Ultrasonic Sensor, System Emergency, Telemetry

I. PENDAHULUAN

Kota Lhokseumawe merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Secara geografis, Kota Lhokseumawe terletak pada posisi 04°54'-05°18' Lintang Utara dan 96°20'-97°21' Bujur Timur. Pada tahun 2010 Kota Lhokseumawe membuat Waduk (*Reservoir*) Pusong seluas 60 hektar yang dibangun untuk mengurangi banjir di Lhokseumawe. Waduk tersebut dapat bermanfaat sebagai pencegahan banjir (*flood controle*), dan sebagai pengatur air.

Daya tampung Waduk tersebut sekitar 850.000 m³. Kondisi lokasi Waduk Pusong dekat dengan genangan air laut dan sedikit Tumbuhan Bakau serta berbatasan dengan permukiman masyarakat.

Kegiatan pembangunan Waduk Pusong diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat secara fisik daerah Kota Lhokseumawe (Kecamatan Banda Sakti) terbebas dari banjir dan meningkatkan kualitas sanitasi dan estetika lingkungan.

Dari pertama pembangunan Waduk Pusong hingga sekarang, system pembuangan air pada Waduk Pusong masih menggunakan system manual yaitu membuka pintu air pembuangan secara manual yang dilakukan oleh manusia (Operator Waduk). Hal tersebut tidak begitu efisien, apabila suatu saat terjadi air laut pasang dan hujan turun tidak henti seperti terjadi pada tahun 2014 kemarin maka akan membutuhkan waktu yang lama bagi operator untuk membuka pintu pembuangannya

Pada penelitian ini, penulis perlu membatasi masalah yaitu :

1. Membuat miniatur Waduk tampak seperti yang sebenarnya.

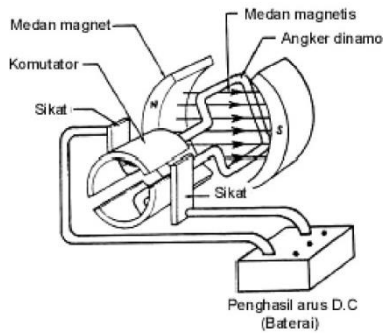
2. Merancang mekanik pengontrolan buka tutup pintu waduk secara otomatis sehingga pada level – level tertentu pintu waduk akan membuka dan menutup serta pompa air akan hidup secara otomatis.
3. Merancang sistem pemancar (*Wireless*) untuk pengiriman data pada Android.

Adapun Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat pengontrolan buka/tutup pintu Waduk Lhokseumawe secara otomatis dan monitoring dari jarak jauh, sehingga memudahkan operator dalam pengontrolan buka/tutup pintu waduk.

A. Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan dan lain-lain. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, kipas angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (*GGL*) yang berubah ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak balik.

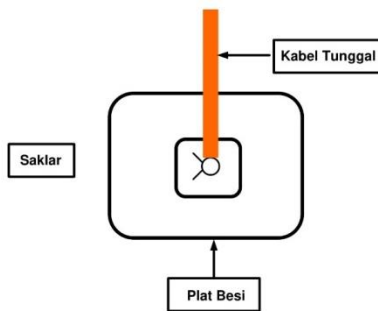
Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang 14 mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Untuk melihat bentuk serta komponen dari motor DC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Motor DC⁶

B. Water Level Sensor

Water Level Sensor adalah alat pendeteksi ketinggian air sederhana yang dapat diaplikasikan sebagai pengukur sistem peringatan banjir. Sensor level pada tugas akhir ini menggunakan kabel tunggal yang disolder pada plat besi.



Gambar 2. Water Level Sensor

C. Modul TCP/IP Type WIZ110SR

WIZ110SR adalah gateway modul yang mengkonversi protokol RS-232 ke TCP/IP protokol. Ini memungkinkan jauh mengukur, mengelola dan mengendalikan perangkat melalui jaringan berbasis pada Ethernet dan TCP/IP dengan menghubungkan ke peralatan yang ada dengan serial RS-232 interface.

WIZ110SR merupakan sebuah protokol konverter yang mentransmisikan data yang dikirim dengan serial peralatan sebagai TCP/IP tipe data dan mengkonversi kembali TCP/IP data yang diterima melalui jaringan ke data serial untuk mengirimkan kembali ke peralatan.



Gambar 3. Modul TCP/IP type WIZ110SR⁵

Fitur-fitur dari modul WIZ110SR adalah :

- a) Serial to Ethernet Gateway dengan kecepatan tinggi dan konektor RJ45.
- b) Sangat stabil dan handal untuk koneksi ethernet.
- c) Kecepatan ethernet 10/100Mbps.
- d) Kecepatan serial sampai dengan 230Kbps.
- e) Mendukung perintah dan konfigurasi serial.
- f) Terdapat DHCP.

Untuk spesifikasi dan konfigurasi dari modul WIZ110SR dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL I
SPESIFIKASI WIZ110SR

Item Description	Description
MCU	8051 Compliant (having internal 26K Flash, 16K SRAM, 2K EEPROM)
TCP/IP	W5100 (Ethernet PHY Embedded)
Network Interface	10/100 Mbps auto-sensing RJ-45 Connector
Serial Interface	RS232
Serial Signal	TXD, RXD, RTS, CTS, GND
Serial Parameters	Parity : None, Even, Odd Data Bits : 7,8 Flow Control : None, RTS/CTS, XON/XOFF Speed : up to 230Kbps
Input Voltage	DC 5V
Power Consumption	Under 180mA
Temperature	0°C~ 80°C (operation), -40°C ~ 85°C (storage)
Humidity	10~90%

D. Water Pump

Water pump yang digunakan pada tugas akhir ini adalah HAI LONG H 380, yang digunakan untuk membuang air dari waduk langsung ke laut lepas melalui pipa bawah laut, sehingga dapat meminimalisasi terjadinya air meluap pada waduk.



Gambar 4. Water Pump

Fitur dari Water Pump :

- Tegangan 220V-240V
- Frekuensi 50Hz
- Daya 15 Watt
- Kapasitas: 1300 liter/ jam
- Tinggi Maksimum: 78 Cm

E. Modul Wireless D-LINK DIR-615

Perangkat wireless yang digunakan pada penelitian ini adalah D-LINK DIR-615 Wireless N Router pada sisi client yang merupakan jembatan antara komunikasi wired dan wireless. Sedangkan pada sisi server menggunakan WiFi adapter ataupun notebook yang sudah terintegrasi dengan WiFi card di dalamnya.



Gambar 5. Modul Wireless D-LINK DIR-615 Wireless N Router⁴

Spesifikasi:

- 802.11b/g/n Wireless and Ethernet Connectivity
- Supports Secure Wireless Encryption Using WPA or WPA2 Security
- Wi-Fi Protected Setup (WPS) Push Button
- Network Address Transition
- Built-in Traffic Control Enhances Internet Experience
- 4-Port 10/100 Switch
- UpnP Support

F. Sensor Ultrasonik Type HC-SR04

Gelombang Ultrasonik adalah gelombang yang mempunyai besaran frekuensi lebih dari 20 KHz dan bekerja berdasarkan pantulan gelombang suara.

Gelombang ultrasonik bisa merambat pada medium padat, cair dan gas.



Gambar 6. Sensor Ultrasonik type HC-SR04⁸

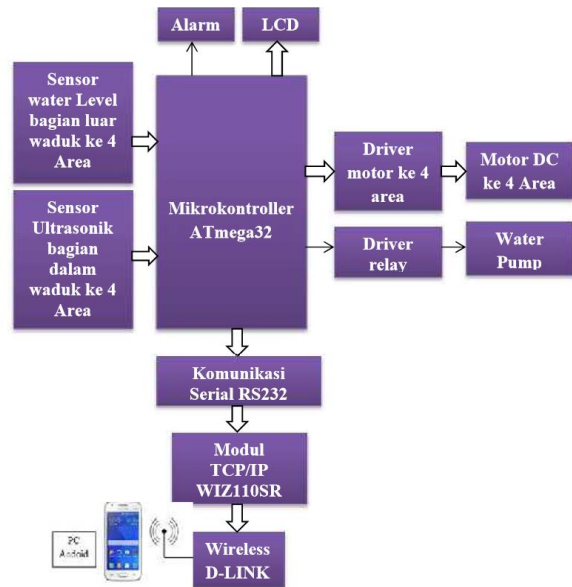
Spesifikasi sensor ultrasonik type HC-SR04 yaitu :

- Tegangan: 5V DC
- Arus statis: < 2mA
- Level output: 5v - 0V
- Sudut sensor: < 15 derajat
- Jarak yg bisa dideteksi: 2cm - 450cm (4.5m)
- Tingkat keakuratan: up to 0.3cm (3mm)

Sensor ultrasonik 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 0 s.d 5 m.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan blok diagram dari sistem Monitoring dan Kontrol Buka Tutup Pintu Waduk Lhokseumawe Secara Otomatis Berbasis Android.



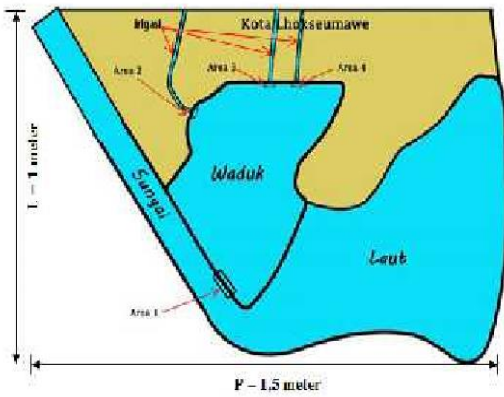
Gambar 7. Blok Diagram Rangkaian

Fungsi masing-masing blok :

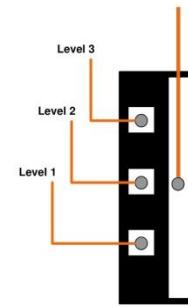
- Sensor water level berfungsi untuk mendeteksi level ketinggian air diluar waduk dari ke empat area.
- Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi level ketinggian air didalam waduk dari ke empat area.
- IC Mikrokontroler ATmega32A berfungsi sebagai pengontrol Input/Output berupa Sensor, Relay, Alarm, dan Display/LCD.
- Driver Relay berfungsi sebagai penggerak Motor DC dan Water pump yang dikontrol oleh mikrokontroler.
- Alarm berfungsi sebagai Indikator peringatan bahwa level air dari ke empat area telah mencapai level 3 yaitu level diambang batas ketinggian.
- LCD berfungsi untuk menampilkan level ketinggian air tiap-tiap area.
- Motor DC berfungsi untuk membuka/menutup pintu pembuangan dari tiap-tiap area.
- Komunikasi Serial MAX RS232 berfungsi sebagai pengkomunikasian antara mikrokontroler dengan TCP/IP WIZ110SR dalam proses pengiriman data.
- Modul TCP/IP WIZ110SR berfungsi sebagai pengubah data yang dikirim oleh mikrokontroler menjadi IP address.
- Wireless TP-LINK berfungsi sebagai pengirim data jarak jauh dari mikrokontroler ke Handphone Android.

A. Design Miniatur Waduk Lhokseumawe

Pada perancangan miniatur waduk, bentuk denah diambil dari Google map dengan ketinggian 1000 kaki. Dan selanjutnya diperbesar dengan skala 1 : 2.000.000 terhadap aslinya yang memiliki panjang 1,5 meter dan lebar 1 meter yang mencakup kota lhokseumawe, sungai, irigasi, dan laut.



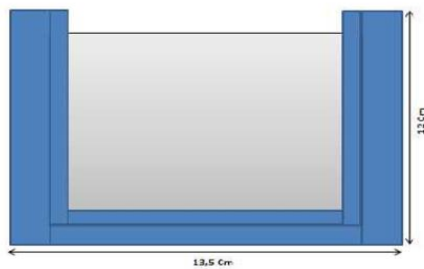
Gambar 8. Denah Miniatur Waduk dengan skala 1 : 2.000.000



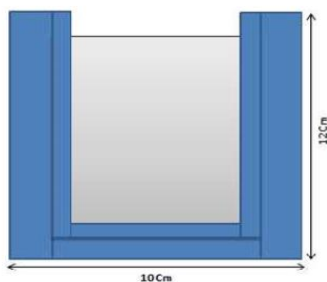
Gambar 10. Desain Sensor Water Level

B. Design Pintu Pembuangan Air

Untuk perancangan pintu pembuangan air, pada Area 1 merupakan area utama yang memiliki ukuran pintu lebih lebar dibandingkan dengan pintu pembuangan pada area lainnya. Hal tersebut dikarenakan fungsi dari pintu pada area 1 adalah untuk pembuangan ketika air waduk penuh dan air sungai surut serta untuk penampungan ketika air sungai pasang dan air waduk kosong. Sedangkan untuk ukuran pintu pada Area 2, Area 3, dan Area 4 memiliki ukuran pintu yang sama karena fungsi dari pintu tersebut hanya untuk pembuangan air dari irigasi kota ke waduk.



(a)



(b)

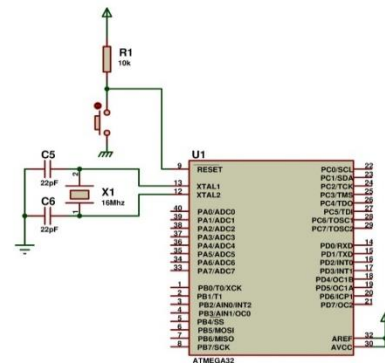
Gambar 9. (a) Design Pintu Area 1 dan (b) Design Pintu Area 2,3 dan 4

C. Design Sensor Water Level

Untuk perancangan sensor water level ke empat Area bisa dilihat pada Gambar 10. Sensor water level tersebut terbuat dari kabel tunggal yang disolder pada plat besi. Sensor tersebut diletakkan dibagian luar waduk ke empat area. Tiap-tiap area memiliki tiga level ketinggian dengan jarak tiap level yaitu 1 cm.

D. Rangkaian Minimum Sistem

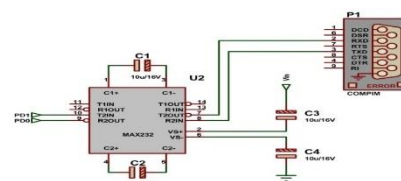
Sistem Mikrokontroler ATmega32 merupakan piranti pengendali utama untuk membuat sistem ini bekerja dibutuhkan beberapa komponen tambahan. Beberapa Keistimewaan dari Mikrokontroler Atmega32 antara lain : Mikrokomputer memiliki 8KB Programmable and Erasable Read Only Memory. Mikrokontroler berteknologi memori non-volatile (tidak kehilangan data bila kehilangan daya listrik). ATmega32 mempunyai memori yang terdiri dari SRAM internal sebesar 512 byte dan EEPROM sebesar 512 byte. IC ATmega32 mempunyai pin sebanyak 40 buah.



Gambar 11. Rangkaian Minimum Sistem ATmega32¹⁰

E. Interface MAX 232

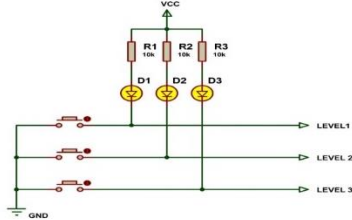
Pada mikrokontroler ATmega32 terdapat pin untuk komunikasi serial yaitu Rx dan Tx. Rx dan pin Tx tidak bisa langsung dihubungkan begitu saja karena sinyal yang digunakan berbeda. Komunikasi serial komputer menggunakan sinyal RS 232 yaitu sinyal yang ayunan gelombangnya antara +25V sampai -25V. Dalam satu kemasan DIP IC MAX232 ini terdapat dua buah buffer yang digunakan. Buffer ini akan membuat ayunan sinyal antara +10V sampai -10V. Supaya dapat digunakan dengan baik maka IC ini membutuhkan beberapa komponen tambahan yaitu Elektrolit Capasitor (*Elco*) sebanyak 4 buah sebesar 1uF. Sebagai antar muka digunakan konektor serial DB9, konektor ini memiliki sembilan buah pin tetapi yang digunakan cukup 3 saja yaitu Td, Rd dan Gnd.



Gambar 12. Rangkaian Max 232¹²

F. Rangkaian Sensor Water Level

Rangkaian sensor water level berfungsi sebagai pendeteksi level ketinggian air diluar waduk. Pada rangkaian sensor water level memiliki beberapa komponen elektronika diantaranya yaitu, Push Botton yang berfungsi sebagai pengganti kabel yang di solder pada plat besi untuk simulator, LED berfungsi sebagai indikator level ketinggian air, dan resistor berfungsi sebagai penghambat tegangan yang masuk ke led agar led tidak rusak. Pada sensor ini memiliki 3 level ketinggian air pada keempat area bagian luar waduk.

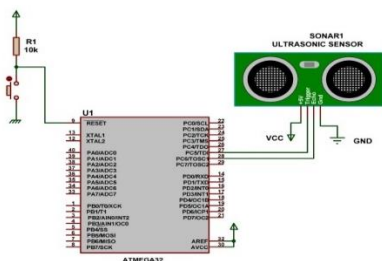


Gambar 13. Sensor Water Level

G. Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik berfungsi sebagai pendeteksi level ketinggian air didalam waduk. Sensor ini memiliki 4 buah pin yang masing-masing pinnya memiliki fungsi yang berbeda. Pin 1 yaitu Vcc berfungsi sebagai pin input tegangan untuk menghidupkan sensor tersebut.

Pin 2 yaitu Triger berfungsi sebagai pemancar/ pengendali gelombang ultrasonik yang dihubungkan ke pin PA.7 pada IC ATmega32. Pin 3 yaitu Echo berfungsi sebagai penerima gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh Triger yang dihubungkan ke pin PA.6 pada IC ATmega32. Dan Pin 4 yaitu Ground berfungsi sebagai grounding rangkaian.



Gambar 14. Rangkaian Sensor Ultrasonik⁸

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menganalisa apakah sistem yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data – data pada setiap blok rangkaian Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Buka Tutup Pintu Waduk Lhokseumawe Secara Otomatis Berbasis Android, data pengujian yang diperoleh nantinya akan dianalisis untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan

Adapun langkah-langkah pengukuran untuk melakukan pengukuran yaitu:

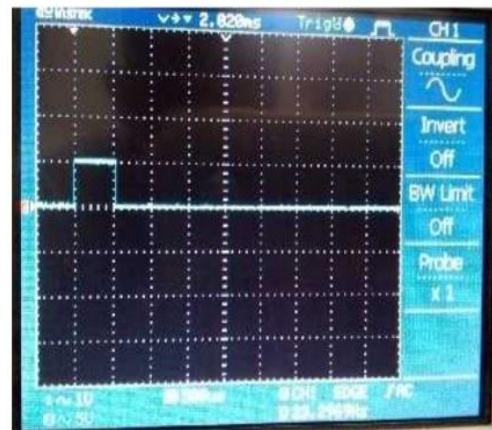
1. Mempersiapkan semua peralatan yang akan digunakan selama pengukuran.
2. Mengukur dan mencatat hasil pengukuran pada setiap titik pengukuran.
3. Membuat suatu ringkasan setelah melakukan pengukuran untuk memudahkan dalam menganalisa.

Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan pada pin Triger dan pin Echo pada sensor ultrasonik serta pengujian gelombang pada sensor ultrasonic menggunakan Oscilloscope untuk mengetahui akurasi dari sensor tersebut.

TABEL II
HASIL PENGUKURAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04
MENGUNAKAN OSCILLOSCOPE

No	Jarak Sebenarnya (Cm)	Pulsa (us)	Tampilan LCD (cm)	Error (Cm)
1	1	156	2	1
2	2	153	2	0
3	3	177	3	0
4	4	234	4	0
5	5	310	5	0
6	6	370	6	0
7	7	403	6	1
8	8	456	7	1
9	9	510	8	1
10	10	569	9	1
Error				5



Gambar 14. Pengukuran Pulsa HC-SR04 (1 cm)

Pengujian rangkaian MAX232

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan sinyal data masukan dan keluaran dari ic Max 232.

TABEL IV
HASIL PENGUKURAN MAX 232

Pin Output	Tegangan
T2In	4,93
R2Out	4,11
T2Out	6,57
R2In	5,34

Rangkaian ini diperlukan untuk mengubah level tegangan TTL menjadi tegangan RS232. Tegangan TTL berada pada 0v dan 5v dan tegangan RS232 berada pada 12v s/d +12v. Rangkaian ini memerlukan 4 buah kapasito elektrolitik yang bertindak sebagai pembangkit pulsa. Pada komunikasi serial, kecepatan dikenal dengan baudrate. Baudrate yang digunakan yaitu 9600 yang dapat mengirim data 9600 bit per sekon. Jika setiap karakter ada 11 bit maka ada sekitar 872 karakter angka, huruf dan simbol yang mampu dikirim maupun diterima.

Pengujian Keseluruhan Sistem Buka Tutup Pintu Waduk Pengujian ini bertujuan untuk mengecek sejauh mana akurasi pembuka dan penutup pintu waduk pada saat level-level tertentu. Dibawah ini merupakan tabel hasil pengujian sistem buka tutup pintu waduk.

TABEL V
HASIL SIMULASI KONTROL PEMBUKA/ PENUTUP PINTU WADUK

No	Area Pengontrolan	Sensor Water Level			Sensor Ultrasonic			Status Pintu		Status Pompa
		LV 1	LV 2	LV 3	LV 1	LV 2	LV 3	Buka	Tutup	
1	Level 1	√						√		Off
	Level 2	√			√			√		
	Level 3	√						√		
	Level 4	√						√		
2	Level 1		√					√		Off
	Level 2		√		√			√		
	Level 3		√					√		
	Level 4		√					√		
3	Level 1	√						√		Off
	Level 2	√				√			√	
	Level 3	√							√	
	Level 4	√							√	
4	Level 1		√					√		Off
	Level 2		√			√			√	
	Level 3		√						√	
	Level 4		√						√	
5	Level 1			√						On
	Level 2			√			√			
	Level 3			√						
	Level 4			√						
6	Level 1			√						On
	Level 2	√	√				√			
	Level 3	√	√							
	Level 4	√	√							

IV. KESIMPULAN

Dari pengamatan data hasil pengukuran dan pengujian pada modul Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Buka Tutup Pintu Waduk Lhokseumawe Secara Otomatis Berbasis Android dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Keluaran dari sensor ultrasonik berupa pulsa yang panjang atau pendeknya tergantung dari jarak benda yang disensor.
2. Pada sistem kerja alat, saat level ketinggian air didalam dan diluar waduk memiliki ketinggian pada level 3, maka pompa pembuangan akan bekerja untuk membuang air dari dalam waduk langsung ketengah-tengah laut.
3. Tiap-tiap pembacaan level, baik dari sensor water level maupun sensor ultrasonik akan dikirim ke Handphone Android dengan menggunakan Wifi sebagai monitor jarak jauh.

REFERENSI

- [1] Budhi Setia Hengki (2010). SKRIPSI, Rancang Bangun Sistem Monitoring Level Air Pada Miniplant Waduk Berbasis Komputer (PC), Program Studi Teknik Instrumentasi, Universitas Institut Teknologi Surabaya (ITS). From http://digilib.its.ac.id/ITS-NonDegree-3100010040830/147_90, 12 Desember 2014
- [2] Khatab, Ivan Indrawan (2013). Departement Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara. From <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=141631&val=4146>, 9 Desember 2014
- [3] Purnomo, Ayu Silvia Permatasari (2010). SKRIPSI, Rancang Bangun Sistem Buka Tutup Pintu Air Pada Miniplant Waduk Berbasis Mikrokontroler ATmega8535, Program Studi Teknik Instrumentasi, Universitas Institut Teknologi Surabaya (ITS). From http://digilib.its.ac.id/public/ITSNonDegree-13807-2407030014-Abstract_id.pdf, 3 Desember 2014
- [4] <http://www.dlink.ru/mn/products/5/2067.html>
- [5] <http://electronical-instrument.blogspot.com/2010/06/konfigurasi-wiznet-wiz110sr.html>
- [6] Zuhail, Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: Gramedia, 1988
- [7] <https://www.andalanelektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-ultrasonic-hcsr04.html>
- [8] F. Puspasari, I. Fahrurrozi, TP. Satya, G. Setyawan, M. Rifqi Al Fauzan, E. Muhammad Dwi Admoko "Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian" Jurnal Fisika Dan Aplikasinya Volume 15, Nomor 2, pp.36-39, 2019
- [9] Sumanto, Mesin Arus Searah. Jogjakarta: Penerbit ANDI OFFSET, 1994
- [10] <https://fahmizaleeits.files.wordpress.com/2012/10/datasheet-atmega32.pdf>
- [11] MY. Afandi, A. Goeritno, R. Yatim "Minimum System Berbasis Mikrokontroler Atmega32 Berbantuan Sensor Passive Infrared Receiver Dan Fingerprint Untuk Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Roda Empat Atau Lebih" Prosiding SNATIF Ke-4, pp. 195-210, Tahun 2017.
- [12] <https://www.lammertbies.nl/comm/cable/RS-232.html>
- [13] C.H. NeerajaSoni, C.H.Sarita, S. Maheshwari, B. Sahu, B. Jain, G. Shrivastava, "Distance Measurement using Ultrasonic Sensor and Arduino", International Journal of Engineering Science and Computing, vol. 7, no. 3, pp. 5991-5992, 2017.
- [14] L. Bitjoka, M. Ndje, A.T. Boum, J. Song-Manguelle, "Implementation of quadratic dynamic matrix control on arduino due ARM cortex-M3 microcontroller board", Journal of Engineering Technology, vol. 6, no. 2, pp. 682-695,2017.
- [15] S. Sunitha, "Distance Measurement using Ultrasonic Sensor and Node MCU", International Research Journal of Engineering and Technology, vol.4, no. 6, pp.1794-1797, 2017. [6] <https://docs.Blynk.cc>