

## RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING PROSES PENGISIAN AIR PADA TOREN DENGAN INTERFACE HMI WEINTEK MT6070iH DAN SMARTPHONE ANDROID

Eva Damayanti  
Teknik Otomasi Politeknik TEDC  
Email: evadamayanti@poltektedc.ac.id

### Abstrak

Kebutuhan air yang semakin meningkat, seiring bertambahnya kebutuhan dari masing-masing individu berdampak kepada masalah ketersediaan air. Masalah ini berhubungan dengan penggunaan air yang tidak efisien dan kurangnya pengelolaan air yang memadai. Pemantauan dan pengontrolan yang tepat diperlukan untuk menjamin ketersediaan air pada tempat penampungan air (toren). Sistem kontrol merupakan gabungan banyak peralatan yang bekerja bersama-sama untuk mengendalikan atau meregulasi suatu peralatan atau sistem lainnya. Sistem monitoring adalah kegiatan pemantauan untuk mengumpulkan data secara terus menerus sehingga data dapat dianalisis secara sistematis, dari data tersebut dapat dilihat apakah sistem berjalan sesuai keinginan atau tidak sehingga masalah yang dilihat atau ditemui dapat diatasi. Pengontrolan dan pengawasan proses pengisian air pada toren ini menggunakan PLC yang terhubung dengan HMI Weintek MT6070iH. Port yang digunakan untuk komunikasi antara PLC dengan HMI menggunakan port serial RS-232 sebagai penghubung untuk lingkup kabel. Untuk lingkup nirkabel menggunakan Arduino Mega yang terhubung dengan Smartphone Android. Komunikasi antara Arduino Mega dengan Smartphone Android menggunakan modul bluetooth untuk mempermudah operator dalam mengontrol dan memonitoring dari jarak jauh. Ketinggian permukaan air pada toren diukur oleh sensor ultrasonik HC SR-04, data ditampilkan pada HMI Weintek MT6070iH dan Smartphone Android. Dari hasil pengujian jarak komunikasi bluetooth diketahui bahwa jarak maksimal komunikasi bluetooth dengan halangan sejauh 9 meter dan jarak maksimal komunikasi bluetooth tanpa halangan sejauh 13 meter.

**Kata Kunci:** human machine interface (hmi), programmable logic controller (plc), arduino mega, modul bluetooth

### Abstract

*Increasing water needs, with increased needs of each individual's impact on the problems of water availability. This issue relates to the use of inefficient water and lack of adequate water management. Monitoring and control of the right is required to ensure the availability of water in water reservoirs (toren). The control system is a combination of many tools that work together to control or regulate an equipment or other systems. The monitoring system is a monitoring activity to gather data continuously so that the data can be analyzed systematically, from these data it can be seen whether the system is running as desired or not so that the problems seen or encountered insurmountable. Control and supervision the process of filling water at this toren using PLC connected to HMI Weintek MT6070iH. Ports used for communication between the PLC with the HMI using RS-232 serial port as a link for the cable scope. For wireless scope use Arduino Mega connected to Android smartphones. Communication between the Arduino Mega Android Smartphone using bluetooth module to allow the operator to control and monitor remotely. The water level at the toren is measured by ultrasonic sensor HC SR-04, the data is displayed on the HMI Weintek MT6070iH and Android smartphones. From the test results bluetooth communication distance is known that the maximum distance bluetooth communication with a hitch as far as 9 meters and a maximum range of Bluetooth communication without hindrance as far as 13 meters.*

**Keyword:** human machine interface (hmi), programmable logic controller (plc), arduino mega, module bluetooth

### I. PENDAHULUAN

Aktivitas sehari-hari yang padat, membuat individu, instansi dan perusahaan membutuhkan teknologi yang dapat menggantikan kerja manusia secara manual. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), khususnya dalam bidang otomasi, memungkinkan kita untuk membuat suatu teknologi yang dapat membantu dalam menyelesaikan tugas sehari-hari. Seperti dalam hal pengadaan ketersediaan pasokan air pada toren sebagai tempat penampungan air. Kebutuhan air yang semakin meningkat, seiring bertambahnya kebutuhan dari masing-masing individu berdampak

kepada masalah ketersediaan air. Masalah ini berhubungan dengan penggunaan air yang tidak efisien dan kurangnya pengelolaan air yang memadai.

Pemantauan dan pengontrolan yang tepat diperlukan untuk menjamin ketersediaan air pada tempat penampungan air (toren). Pemantauan dan pengontrolan secara otomatis diperlukan untuk mempermudah dalam mengawasi secara real time, karena biasanya toren diletakan ditempat yang jauh dan lebih tinggi. Hal ini mempersulit petugas atau operator dalam mengawasi dan mengontrol ketersediaan air. Untuk dapat mengontrol dan memonitoring secara otomatis diperlukan kontroler,

sensor maupun interface, baik dalam lingkungan kabel ataupun nirkabel. Sistem nirkabel bertujuan untuk memudahkan dalam pengawasan jarak jauh.

Masrur Fuadi (2012) dalam penelitiannya mengenai Sistem Monitoring Tinggi Muka Air Tandon Berbasis Sensor Ultrasonik mengungkapkan bahwa :

Telah dibuat sistem monitoring tinggi muka air tandon menggunakan sensor ultrasonik SRF05. Mikrokontroler AT89S52 digunakan sebagai sistem kontrol sinyal masukan dan keluaran serta LCD 16x2 sebagai penampil datanya. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi jarak sensor terhadap muka air dari 1 cm sampai 30 cm. Hasil analisis data dari karakteristik sensor yang telah diperoleh, menunjukkan bahwa sistem sensor ini mempunyai linearitas dengan nilai korelasi antar variabel sebesar  $r^2 = 0,999$ , nilai sensitivitas sebesar  $57,665 \mu S$ , zero offset sebesar  $25,18 \mu S$ , repeatability sebesar  $96,904\%$  dan besarnya nilai akurasi adalah  $99,9\%$ .

Berdasarkan penelitian diatas, sistem monitoring tinggi muka air tandon berbasis sensor ultrasonik mengukur ketinggian permukaan air hingga 30 cm dan status ketinggian air ditampilkan pada LCD.

Sistem kontrol dan monitoring pada saat ini sudah semakin maju, seiring dengan berkembangnya teknologi. Seperti halnya Smartphone yang merupakan peralatan nirkabel yang sudah banyak dimiliki oleh setiap orang. Smartphone merupakan suatu alat yang dapat membantu dalam berkomunikasi walaupun pada jarak jauh. Semakin majunya teknologi dalam bidang komunikasi jarak jauh, maka fungsional Smartphone tidak hanya dipakai sebagai komunikasi, akan tetapi digunakan sebagai buku catatan elektronik, alarm, dan aplikasi lain yang melibatkan dunia luar.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis berkeinginan untuk merancang suatu sistem yang dapat mengontrol jalannya proses pengisian dan memonitoring ketinggian permukaan air, yang dapat diawasi secara real time. Penggunaan dua buah interface yaitu HMI (Human Machine Interface) Weintek MT6070iH dalam lingkungan kabel dan Smartphone dalam lingkungan nirkabel, maka penulis mengambil judul peneli "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Proses Pengisian Air pada Toren dengan Interface HMI (Human Machine Interface) Weintek MT6070iH dan Smartphone Android".

**Tujuan**

Perumusan permasalahan dalam perancangan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem kontrol proses pengisian air pada toren berbasis PLC dan Arduino, secara otomatis ?
2. Bagaimana merancang sistem monitoring proses pengisian air pada toren dengan menggunakan HMI (Human Machine Interface) ?
3. Bagaimana merancang sistem monitoring proses pengisian air pada toren dengan menggunakan Smartphone Android ?

4. Bagaimana mengetahui jarak maksimum komunikasi menggunakan sistem bluetooth pada sistem pengontrolan proses pengisian air pada toren ?

**Batasan Masalah**

Masalah pada perancangan penelitian ini dibatasi pada beberapa hal diantaranya :

1. Controller yang digunakan adalah PLC (Programmable Logic Control) Omron CP1E-N60 DR-A dan Arduino Mega.
2. Menggunakan HMI (Human Machine Interface) Weintek MT6070iH dan Smartphone Android sebagai interface atau tampilan penghubung antara manusia dengan mesin.
3. Menggunakan module Bluetooth HC-05 sebagai media penghubung wireless antara Arduino dan Smartphone Android.
4. Menggunakan sensor Ultrasonik HCSR-04 sebagai sensor untuk mengukur ketinggian permukaan air pada toren.
5. Batas maksimum yang diukur oleh sensor Ultrasonik HCSR-04 pada rancang bangun sistem kontrol dan monitoring proses pengisian air pada toren adalah 70 cm.

**II. LANDASAN TEORI**

**Sistem Kontrol**

Sistem kontrol merupakan gabungan banyak peralatan yang bekerja bersama-sama untuk mengendalikan atau meregulasi suatu peralatan atau sistem lainnya. Tujuan utama dari sistem kontrol ini adalah untuk membuat perilaku suatu sistem (*plant*) sesuai dengan keinginan kita berdasarkan karakteristik tertentu. Contoh perilaku sistem tersebut adalah suhu, kecepatan aliran, level, posisi, tegangan, arus listrik, frekuensi, dan sebagainya. (Rusli,1997).

**PLC Omron CP1E-N60 DR-A**

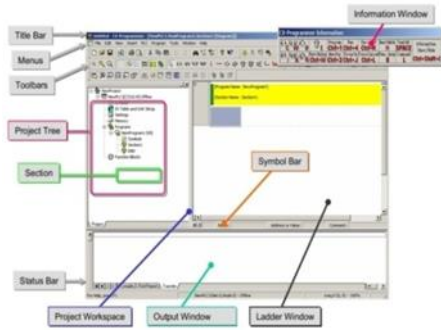
PLC tipe CP1E-N60 DR-A tersedia dalam 60 I/O dengan 36 input digital dan 24 output digital. Gambar 1 berikut ini menunjukkan spesifikasi dari PLC OMRON tipe CP1E-N60 DR-A.

Product name	Specifications						External power supply (24 VDC) (A)			Model	Standards
	Power Supply	Inputs	Outputs	Output type	Program capacity	Data memory capacity	5 V	24 V			
NCI-type CPU Units with 60 I/O Points	100 to 240 VAC	36	24	Relay	8K steps	8K words	0.30	0.21	0.13	CP1E-N60DR-A	UC1, N, L, CE
				Transistor (sinking)			0.30	0.31	0.02	CP1E-N60DT-A	
				Transistor (sourcing)			0.30	0.31	0.02	CP1E-N60DT1-A	
	Relay	--	0.21	0.13	CP1E-N60DR-D						
	Transistor (sinking)	--	0.31	0.02	CP1E-N60DT-D						
	Transistor (sourcing)	--	0.31	0.02	CP1E-N60DT1-D						
NA-type CPU Units with 20 I/O Points (Built-in analog)	100 to 240 VAC	12	8	Relay	8K steps	8K words	0.30	0.18	0.11	CP1E-NA20DR-A	UC1, N, L, CE
				Transistor (sinking)			--	0.23	0.09	CP1E-NA20DT-D	
				Transistor (sourcing)			--	0.23	0.09	CP1E-NA20DT1-D	

**Gambar 1.** Spesifikasi PLC CP1E-N60 DR-A (Omron, 2007)

**Perangkat Lunak CX-Programmer**

Software CX-Programmer merupakan software yang berfungsi ganda, yaitu sebagai programming dan maintenance tool untuk PLC OMRON. CX-Programmer menyediakan satu pilihan editor berbasis pemrograman grafikal. Yaitu program kontrol Type Ladder Diagram (LAD). Program Ladder adalah bahasa pemrograman berbasis relay logic. Berikut ini diperlihatkan bentuk tampilan software CX-Programmer.



**Gambar 2.** Tampilan *Ladder Editor CX-Programmer* (Omron, 2007)

**Arduino Mega 2560**

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC. Gambar 3 berikut ini menunjukkan bentuk fisik dari Arduino Mega.



**Gambar 3.** Arduino Mega (Arduino.cc, 2015)

**Perangkat Lunak Arduino IDE**

Pemrograman board Arduino Mega 2560 dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE). Chip ATmega2560 yang terdapat pada Arduino Mega 2560 telah diisi program awal yang sering disebut bootloader. Bootloader tersebut yang bertugas untuk memudahkan anda melakukan

pemrograman lebih sederhana menggunakan Arduino Software, tanpa harus menggunakan tambahan hardware lain. Software Arduino IDE terdiri dari :

- a. Editor, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.
- b. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program bahasa processing menjadi kode biner.
- c. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer kedalam memory di dalam papan Arduino.



**Gambar 4.** Contoh tampilan arduino IDE (Arduino.cc, 2015)

**Sistem Monitoring**

Monitoring adalah kegiatan pemantauan untuk mengumpulkan data secara terus menerus sehingga data dapat dianalisis secara sistematis, dari data tersebut dapat dilihat apakah sistem berjalan sesuai keinginan atau tidak sehingga masalah yang dilihat atau ditemui dapat diatasi.

**HMI Weintek MT6070iH**

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status, baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat real time. Tujuan digunakannya HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara operator dan mesin melalui tampilan di layar monitor. Dalam industri manufaktur HMI dapat berupa suatu tampilan *Graphic User Interface* (GUI) pada layar monitor yang akan dihadapi oleh operator suatu mesin maupun pengguna yang membutuhkan data kerja mesin. HMI mempunyai kemampuan dalam hal visualisasi untuk monitoring data mesin yang terhubung secara langsung.

HMI Weintek MT6070iH. MT6000 seri merupakan generasi HMI terbaru dari Weintek. Dengan konsep desain yang mengutamakan kepuasan pelanggan dengan atribut yang mudah digunakan. MT6000 tidak hanya bisa digunakan sebagai tatap muka manusia dengan mesin (*Human Machine Interface*) tetapi juga berperan sebagai pusat pertukaran data. Seri dari MT6000 merupakan salah satu seri terbaik. HMI Weintek MT6070iH dilengkapi dengan USB 1.1

host, dan perangkat USB 2.0 dengan kecepatan tinggi .



**Gambar 5.** HMI Weintek MT6070iH (Datasheet Weintek, 2013)

**Perangkat Lunak EasyBuilder 8000**

*EasyBuilder 8000* adalah software untuk membuat program pada *Human Machine Interface* (HMI) Weintek yang telah menyediakan berbagai fitur untuk membangun suatu tampilan panel interface yang lebih komunikatif. Komponen-komponen yang tersedia telah mendukung berbagai pemodelan system interface antara manusia dan mesin yang lebih mudah dipahami oleh operator.

*EasyBuilder 8000* mendukung semua tipe media komunikasi standar yang digunakan oleh industri, seperti media komunikasi menggunakan USB, RS-232, RS-485. Komunikasi yang dilakukan *point to point* dan atau *point to multipoint*. Perangkat lunak ini telah dirancang sedemikian rupa agar dapat berkomunikasi dengan berbagai tipe *Programmable Logic Controller* (PLC). Gambar 6 dibawah ini menunjukkan contoh tampilan dari *software EasyBuilder 8000*.



**Gambar 6.** Contoh tampilan *software easybuilder 8000* (*EasyBuilder 8000 User Manual All-in One*, 2015)

**Smartphone Android**

Ponsel cerdas (*Smartphone*) adalah telepon genggam yang mempunyai kemampuan dengan penggunaan dan fungsi yang menyerupai komputer. Bagi beberapa orang, ponsel cerdas merupakan telepon yang bekerja menggunakan seluruh perangkat lunak sistem operasi yang menyediakan hubungan standar dan mendasar bagi pengembang aplikasi. Bagi yang lainnya, ponsel cerdas hanyalah merupakan sebuah telepon yang menyajikan fitur canggih seperti surel (surat elektronik), internet dan kemampuan membaca buku elektronik (e-book) atau

terdapat papan ketik dan penyambung VGA. Dengan kata lain, ponsel cerdas merupakan komputer kecil yang mempunyai kemampuan sebuah telepon.

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat seluler sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android awalnya dikembangkan oleh Android, Inc., dengan dukungan finansial dari Google, yang kemudian membelinya pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya Open Handset Alliance, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan standar terbuka perangkat seluler.



**Gambar 7.** Logo Android (Nazruddin Safaat H, 2011)

**App Inventor2**

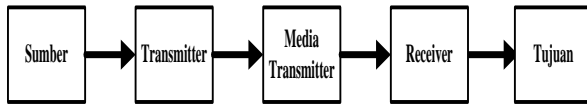
App Inventor2 adalah program yang dibuat oleh Google dan dikembangkan oleh MIT. Program App Inventor2 dapat digunakan untuk membuat dan mendesain aplikasi Android berbasis Web page dan Java interface. Dengan menggunakan App Inventor2 kita dapat membuat program yang dapat digunakan untuk mengontrol Arduino. Gambar 8 berikut menunjukkan tampilan menu dari software App Inventor2



**Gambar 8.** App Inventor2 (Android App Inventor, 2011)

**Komunikasi Data**

Komunikasi data adalah proses pertukaran data atau pengiriman data dari sumber ke tujuan. Hal yang penting dalam melakukan komunikasi data adalah jenis komunikasi yang digunakan, seperti menggunakan kabel, infrared atau menggunakan frekuensi. Secara umum diagram blok komunikasi data sederhana seperti pada gambar 9 berikut ini :

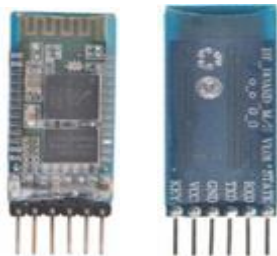


**Gambar 9.** Blok diagram komunikasi data sederhana (Komunikasi Data, 2008)

**Modul Bluetooth HC-05**

Modul Bluetooth HC-05 adalah sebuah modul bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial wireless (nirkabel). HC-05 menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. Bluetooth HC-05 berfungsi untuk mengkonversi komunikasi port serial menjadi bluetooth.

Modul ini terdiri dari dua macam mode yaitu master dan slave. Jenis modul ditentukan pada saat proses produksi pabrik. Mode default HC-05 berada pada mode slave, mode ini bisa berubah ke master/slave dengan menggunakan AT Command. Alat ini dapat terhubung satu sama lainnya apabila pada mode yang berbeda (master dan slave). Koneksi Bluetooth sama seperti komunikasi serial port termasuk sinyal RXD, TXD. Untuk dapat terhubung dengan Bluetooth HC-05 harus dengan password yang benar yang dapat disesuaikan dengan AT Command. Gambar 10 menunjukkan bentuk dari modul bluetooth HC-05.



**Gambar 10.** Bentuk Modul Bluetooth HC-05 (Electronica 60 Norte, 2002)

**Sensor**

Sensor adalah transduser yang berfungsi untuk mengolah variasi gerak, panas, cahaya atau sinar, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Sensor juga berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi dan juga untuk mengetahui magnitude. Transduser sendiri memiliki arti mengubah, resapan dari bahasa latin traducere Bentuk perubahan yang dimaksud adalah kemampuan merubah suatu energi kedalam bentuk energi lain. Energi yang diolah bertujuan untuk menunjang daripada kinerja piranti yang menggunakan sensor itu sendiri. Sensor sendiri sering digunakan dalam proses pendeteksi untuk proses pengukuran. Sensor yang sering digunakan dalam berbagai rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya atau sinar, sensor suhu, sensor tekanan serat sensor jarak.

**Ultrasonik HC-SR04**

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan seri dari sensor jarak dengan gelombang ultrasonik, dimana didalam sensor terdapat dua bagian yaitu receiver dan transmitter yang mempunyai fungsi sebagai penghasil gelombang dan penerima gelombang. Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja pada tegangan 5 VDC, arus 15 mA dan frekuensi 40 Hz dimana linearitas sensing pengukuran mulai dari 2 cm sampai 4 m. Sinyal input pulsa Trigger adalah 10 uS TTL pulsa dan sinyal output Echo adalah input sinyal TTL lever dan jarak dalam perbandingan.

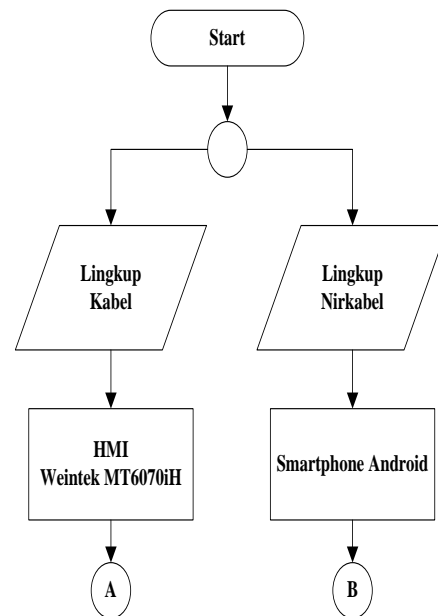


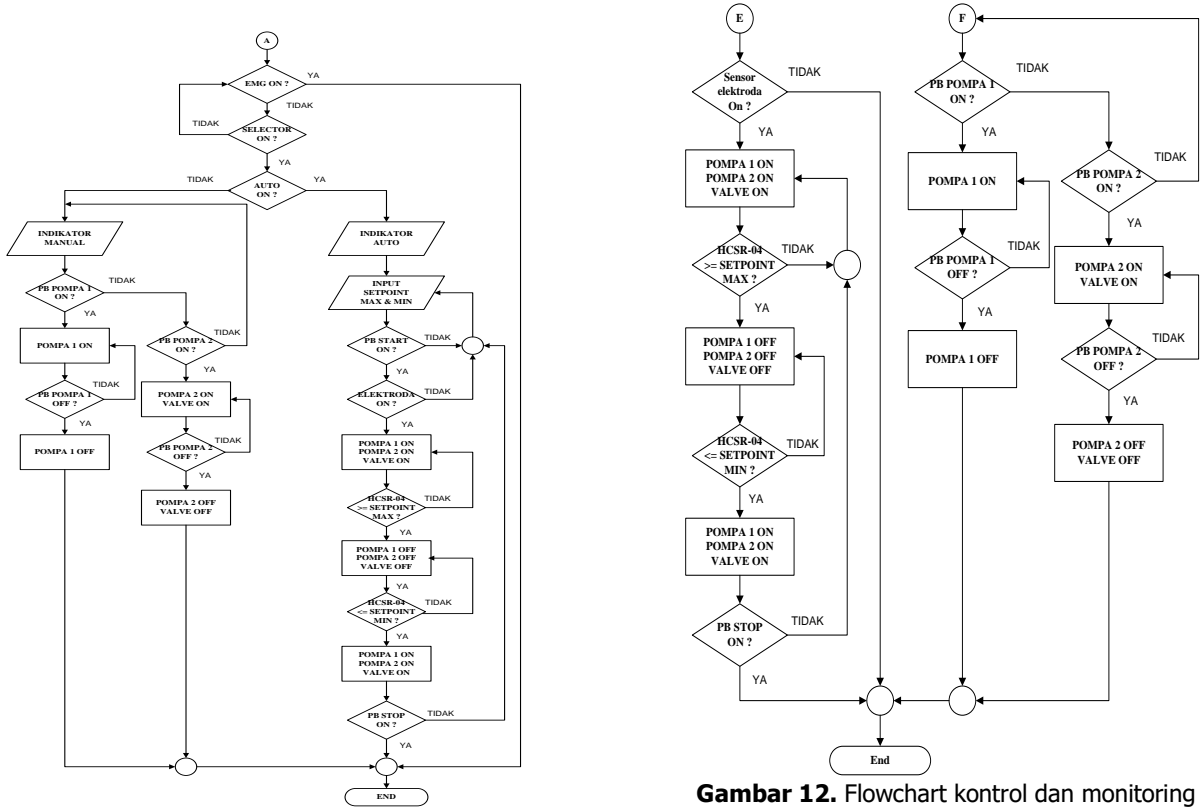
**Gambar 11.** Bentuk Fisik Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Elekfreak, 2000)

**III. PERANCANGAN SISTEM**

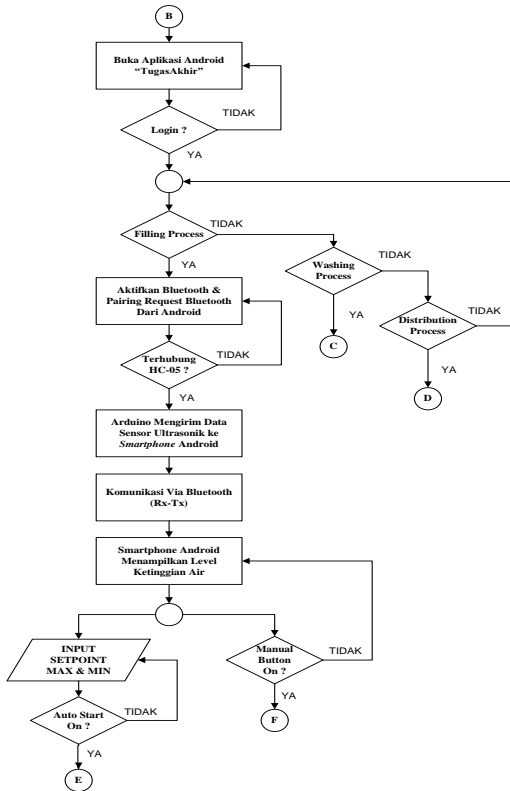
**Diagram Alir Kerja (Flowchart)**

Diagram alir kerja (flowchart) dari rancang bangun sistem kontrol dan monitoring proses pengisian air pada toren adalah sebagai berikut :





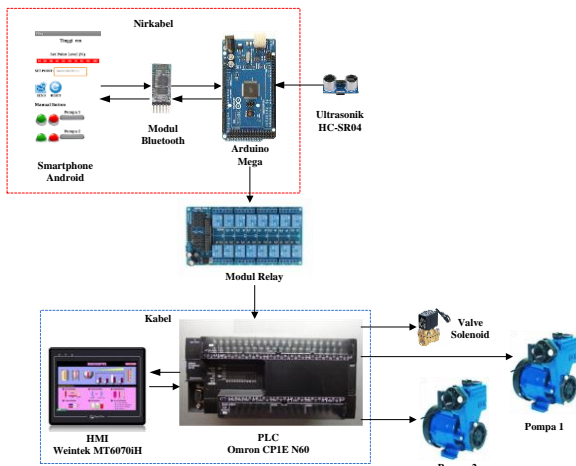
Gambar 12. Flowchart kontrol dan monitoring proses pengisian air pada toren



**Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring**

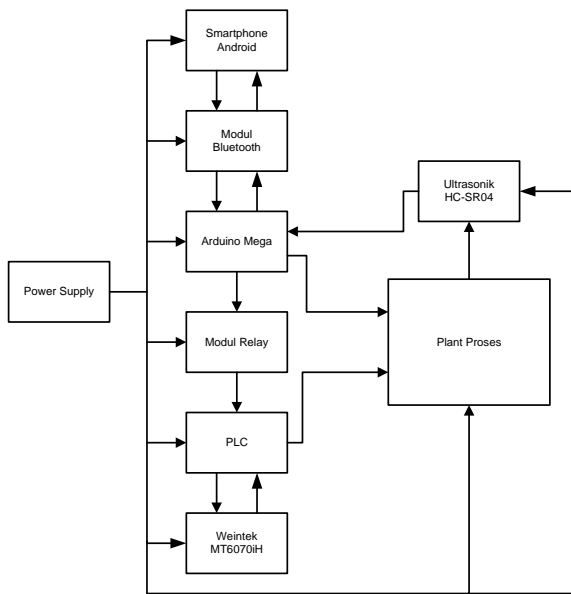
Pengontrolan dan monitoring proses pengisian air pada toren dapat dilakukan dalam lingkup kabel maupun nirkabel, baik secara manual ataupun secara otomatis. Pada sistem pengontrolan dan monitoring dalam lingkup kabel menggunakan HMI (Human Machine Interface) Weintek MT6070iH, sedangkan pada sistem pengontrolan dan monitoring dalam lingkup nirkabel menggunakan Smartphone Android. Pengontrolan dan monitoring pada HMI (Human Machine Interface) Weintek MT6070iH secara otomatis dilakukan dengan memasukkan nilai setpoint yang diinginkan, kemudian nilai setpoint tersebut akan menjadi batas maksimum pada saat proses pengisian berlangsung. Data yang dikirim dari HMI (Human Machine Interface) Weintek MT6070iH akan langsung diproses oleh PLC. Sedangkan untuk pengontrolan dan monitoring dengan menggunakan Smartphone Android secara otomatis dilakukan dengan terlebih dahulu mengkoneksikan bluetooth yang terdapat pada Smartphone Android dengan modul bluetooth, setelah itu masukan nilai setpoint yang diinginkan, nilai setpoint tersebut akan menjadi batas maksimum pada saat proses pengisian berlangsung. Data yang dikirim oleh Smartphone Android akan diproses oleh Arduino Mega yang kemudian data tersebut akan dikirimkan ke PLC untuk diproses. Sensor yang dipakai untuk mengukur ketinggian permukaan air pada proses pengisian air pada toren

adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Gambar 13 menjelaskan blok diagram sistem kontrol dan monitoring proses pengisian air pada toren.



**Gambar 13.** Blok diagram sistem kontrol dan monitoring

**Konfigurasi Sistem Kontrol dan Monitoring**



**Gambar 14.** Konfigurasi PLC, Arduino, HMI Weintek MT6070i dan Smartphone Android

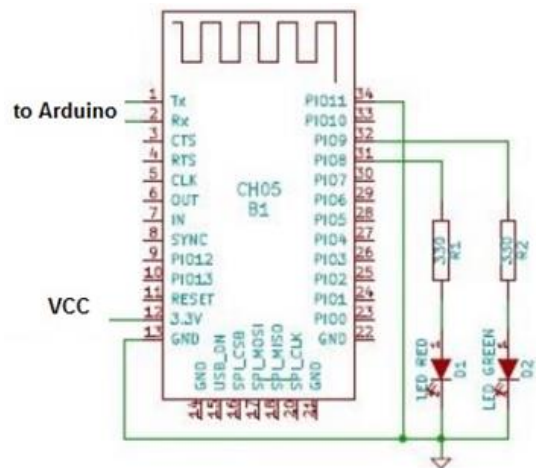
Power supply digunakan sebagai sumber tegangan pada blok rangkaian. Blok rangkaian akan bekerja apabila diberi masukan tegangan. Smartphone Android digunakan untuk mengontrol dan memonitoring jalannya proses pengisian air pada toren dalam lingkup nirkabel. Diawali dengan memilih mode pengontrolan (auto/manual), kemudian memasukkan setpoint dan monitoring kerja dari sistem.

Modul Bluetooth HC-05 digunakan untuk menerima atau mengirim data dan perintah dari Smartphone Android ke Arduino ataupun sebaliknya. Arduino Mega digunakan sebagai kontroler dan pemroses perintah dari Smartphone Android melalui Bluetooth HC-05. Arduino juga digunakan untuk mengirim sinyal ke inputan PLC melalui modul relay serta memproses sinyal pengukuran dari sensor ultrasonik dengan parameter jarak. Modul Relay digunakan untuk mengubah sinyal yang dikirim Arduino agar dapat dibaca oleh input PLC (High/Low).

PLC digunakan sebagai kontroler untuk mengeksekusi perintah dari Smartphone Android dan HMI Weintek MT6070iH ke output plant proses pengisian air pada toren. HMI Weintek MT6070iH digunakan untuk mengontrol dan memonitoring jalannya proses pengisian air pada toren dalam lingkup kabel. Diawali dengan memilih mode pengontrolan (auto/manual), kemudian memasukkan setpoint dan monitoring kerja dari sistem. Plant proses pengisian air pada toren adalah tahap awal dari plant proses. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur ketinggian atau level permukaan air pada proses pengisian air, yang kemudian data pengukuran tersebut akan diproses oleh Arduino dan data dapat dimonitoring melalui Smartphone Android ataupun HMI Weintek MT6070iH.

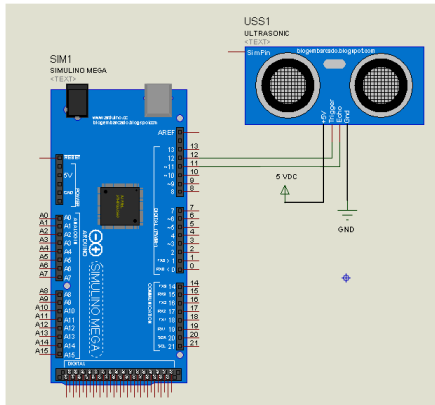
**Perancangan Rangkaian Bluetooth HC-05**

Rangkaian modul bluetooth ini difungsikan sebagai port serial yang dihubungkan ke Arduino, dalam perancangan penelitian ini modul bluetooth ini berfungsi sebagai transceiver dari Smartphone Android.



**Gambar 15.** Rangkaian Modul Bluetooth HC-05

**Perancangan Rangkaian Sensor HC-SR04**



**Gambar 16.** Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04

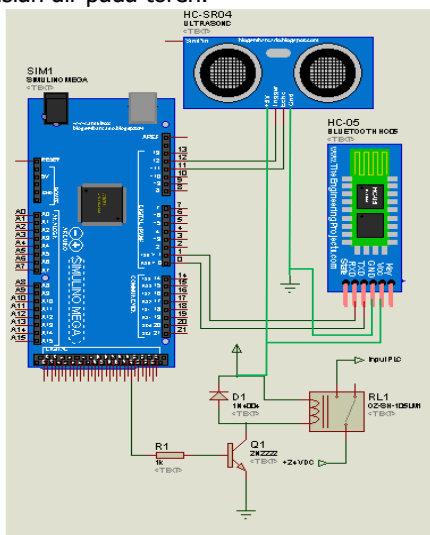
Pada gambar 16 dijelaskan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 kaki. VCC dan GND sebagai sumber supply tegangan, Echo dan trigger pin dihubungkan ke pin 11 dan 12. Echo pin sebagai input dan trigger pin sebagai output. Pulsa ultrasonik disinyalkan oleh trigger pin untuk mendeteksi benda. Ketika benda terdeteksi, pulsa ultrasonik akan memantulkan menuju echopin untuk diterima, lalu ditransmisikan oleh modul menjadi jarak dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{jarak} = \text{kecepatan rambat udara} \times \text{waktu}$$

Modul tersebut terbaca melalui kode pemrograman di Arduino dan ditampilkan ke HMI Weintek MT6070iH dalam lingkup kabel dan Smartphone Android dalam lingkup nirkabel, dalam satuan centimeter (cm).

**Perancangan Rangkaian Keseluruhan**

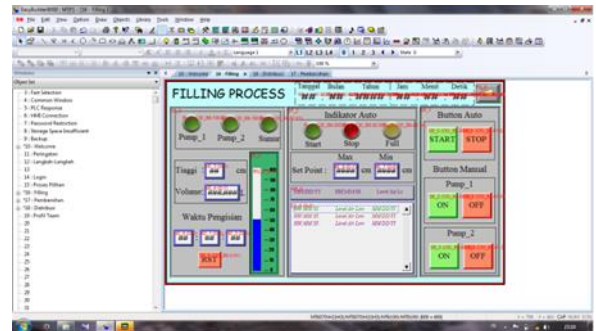
Gambar 17 dibawah ini merupakan rangkaian keseluruhan sistem pada Arduino dalam perancangan sistem kontrol dan monitoring proses pengisian air pada toren.



**Gambar 17.** Rangkaian keseluruhan sistem

**Perancangan Desain Tampilan HMI**

Gambar 18 merupakan perancangan desain dari tampilan pada HMI Weintek MT6070iH untuk proses pengisian (*filling process*) :



**Gambar 18.** Tampilan *form proses filling*

**Perancangan Desain Tampilan Smartphone**

Gambar 19 merupakan perancangan desain dari tampilan pada Smartphone Android untuk proses pengisian (*filling process*) :



**Gambar 19.** Tampilan screen proses pengisian (*filling*)

**IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN Implementasi Bentuk Alat**

Tahap implementasi adalah tahap penerapan dari hasil perancangan yang prosesnyatelah diuraikan sebelumnya. Pada proses implementasi dilakukan persiapan perangkat pendukung, seperti implementasi HMI Weintek MT6070iH dan Smartphone Android. Sistem kontrol dan monitoring sebagai hasil dari implementasi yang telah dibuat dan sebagai tahap akhir adalah pengujian sistem. Langkah awal dari implementasi adalah mempersiapkan terlebih dahulu perangkat pendukung yang diperlukan diantaranya adalah perangkat keras, seperti : HMI Weintek MT6070iH, Smartphone Android, PLC dan Arduino Mega serta perangkat lunak, seperti : EasyBuilder 8000 untuk HMI Weintek MT6070iH, App Inventor2 untuk Smartphone Android, CX-Programmer untuk PLC dan Arduino IDE untuk Arduino Mega.

Berikut adalah implementasi dari perancangan bentuk alat plant proses pengisian air pada toren yang ditunjukkan pada gambar 20 dibawah ini.



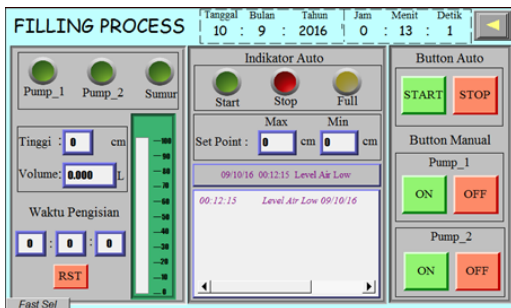
**Gambar 20.** Implementasi bentuk alat



**Gambar 23.** Implementasi perangkat lunak (Software) Smartphone

**Implementasi Perangkat Keras (Hardware)**

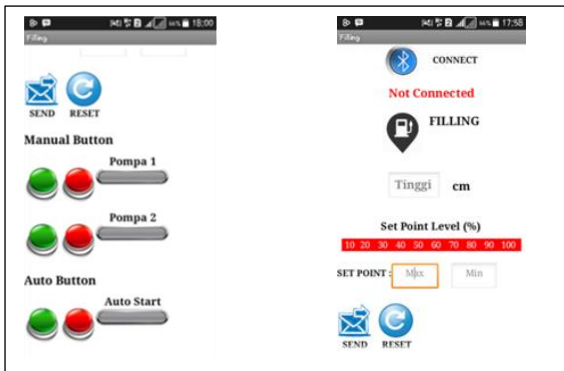
Implementasi perangkat keras terdiri dari realisasi rangkaian power supply, modul relay, modul bluetooth HC-05, dan sensor ultrasonic HC-SR04. Berikut adalah implementasi dari perancangan perangkat keras (hardware) yang ditunjukkan pada gambar 21 berikut ini.



**Gambar 21.** Implementasi perangkat keras (hardware)

**Implementasi Perangkat Lunak (Software)**

Berikut adalah implementasi dari perancangan perangkat lunak (software) pada HMI Weintek MT6070iH dan Smartphone Android yang ditunjukkan pada gambar 22 dan 23 dibawah ini :



**Gambar 22.** Implementasi perangkat lunak (Software) HMI

**Pengujian Aplikasi Android**




Ada beberapa tahapan yang menjadi parameter untuk menguji aplikasi Android secara keseluruhan, yaitu :

1. Install aplikasi android peneliti.apk yang telah dirancang dan diimplementasikan oleh penulis untuk sistem kontrol dan monitoring proses pengisian air pada toren.
2. Setelah selesai menginstall aplikasi Penelitian .apk buka aplikasi tersebut.
3. Login terlebih dahulu dengan memasukan user name dan password yang sudah ditentukan penulis.
4. Setelah berhasil login, maka screen peringatan akan tampil pada layar Smartphone Android.
5. Kemudian masuk ke main menu, lalu pilih proses yang ingin dikontrol dan dimonitoring.

Pada table 1 dibawah ini menunjukkan hasil dari pengujian aplikasi Android.

**Tabel 1.** Pengujian aplikasi android

No	Tahap Pengujian	Keterangan
1		Buka aplikasi penelitian.apk pada menu layar Smartphone Android.

2		<p>Login dengan user name : "rendy" dan password : "1234".</p>
3		<p>Setelah tampilan screen perhatian muncul, kemudian masuk ke main menu.</p>
4		<p>Setelah masuk ke main menu kemudian pilih proses pengisian dengan menekan button <i>filling</i> pada layar <i>Smartphone</i> Android.</p>
5		<p>Berikut tampilan menu <i>filling</i>.</p>



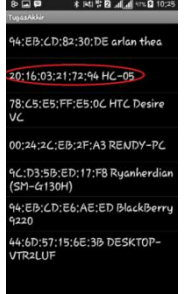


**Pengujian Koneksi Smartphone Android**

Ada beberapa tahapan yang menjadi parameter untuk mengkomunikasikan *Smartphone* Android dengan modul *bluetooth* secara keseluruhan yaitu :

1. Masuk ke menu proses pengisian (*filling*)
2. Hidupkan bluetooth pada *Smartphone* Android
3. Hidupkan sumber tegangan Bluetooth HC-05 agar mendapat suplai tegangan sehingga dapat terbaca pada *Smartphone* Android
4. Untuk mengkoneksikan *Smartphone* Android dengan Bluetooth HC-05, tekan button bluetooth pada *screen filling* kemudian lakukan *pairing* terhadap Bluetooth HC-05 dengan mac address **00:13:12:12:16:06**, maka akan muncul *password*
5. Masukkan *password default* "1234" kemudian pilih OK

6. Tunggu sesaat setelah muncul "Bluetooth Terhubung". Maka Bluetooth HC-05 telah terkoneksi dengan *Smartphone* Android.

**Tabel 2.** Pengujian koneksi *smartphone android*

No	Pengujian Koneksi	Keterangan
1		<p>Buka aplikasi peneliti.apk, kemudian masuk ke menu proses pengisian (<i>filling</i>), kemudian aktifkan bluetooth pada <i>Smartphone</i> Android.</p>
2		<p>Setelah Bluetooth pada <i>Smartphone</i> Android aktif selanjutnya klik button bluetooth pada <i>screen Smartphone</i> Android.</p>
3		<p>Kemudian akan muncul nama perangkat yang siap untuk dikoneksikan. Untuk berkoneksi dengan modul bluetooth pilih HC-05</p>
4		<p>Maka muncul <i>pairing request</i>, selanjutnya ketik '1234' untuk default PIN. Lalu klik OK</p>
5		<p>Perangkat <i>Smartphone</i> Android telah terhubung dengan modul bluetooth HC-05 yang ditandai dengan tulisan pada gambar disamping</p>

**Pengujian Jarak Komunikasi Bluetooth**

Pada tabel 3 dan 4 menunjukkan hasil pengujian jarak komunikasi antara Smartphone Android dengan modul bluetooth dengan halangan dan tanpa halangan.

**Tabel 3.** Pengujian jarak *bluetooth* dengan halangan

Vendor Android	Pengujian ke-	Jarak (m)	Terhalang	Respon Waktu (s)
Samsung	1	1	Berhasil	1
	2	2	Berhasil	1
	3	3	Berhasil	1
	4	4	Berhasil	1
	5	5	Berhasil	1
	6	7	Berhasil	1
	7	9	Berhasil	1
	8	11	Tidak Berhasil	-
	9	13	Tidak Berhasil	-
	10	15	Tidak Berhasil	-

**Tabel 4.** Pengujian jarak *bluetooth* tanpa halangan

Vendor Android	Pengujian ke-	Jarak (m)	Tanpa Terhalang	Respon Waktu (s)
Samsung	1	1	Berhasil	1
	2	2	Berhasil	1
	3	3	Berhasil	1
	4	4	Berhasil	1
	5	5	Berhasil	1
	6	7	Berhasil	1
	7	9	Berhasil	1
	8	11	Berhasil	1
	9	13	Berhasil	1
	10	15	Tidak Berhasil	-

**Pengujian Respon HMI Terhadap PLC**

Tabel 5, 6 dan 7 merupakan hasil pengujian dari pengiriman intruksi ON/OFF (*write and read digital control*) HMI-PLC dan pengiriman inputan nilai *setpoint* (batas ketinggian permukaan air) pada HMI melalui komunikasi data serial RS-232 HMI-PLC.

**Tabel 5.** Pengujian ON/OFF (*Write Digital Control*)


Input Point	Address	Write Command	Response
Auto Button	82.06	ON	ON
		OFF	OFF
Manual Pompa 1 On	80.01	ON	ON
		OFF	OFF


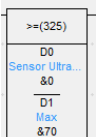
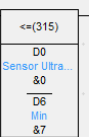

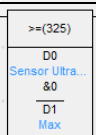
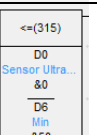
Manual Pompa 1 Off	81.00	ON	ON
		OFF	OFF
Manual Pompa 2 On	80.02	ON	ON
		OFF	OFF
Manual Pompa 2 Off	81.01	ON	ON
		OFF	OFF
Auto Start On	80.03	ON	ON
		OFF	OFF
Auto Start Off	81.02	ON	ON
		OFF	OFF

**Tabel 6.** Pengujian ON/OFF (*Read Digital Control*)

Output Point	Address	Status	Read Condition
Indikator Auto	101.05	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Manual	101.06	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Pompa 1	100.00	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Pompa 2	100.01	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Valve (Filling)	100.02	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Auto Start	200.08	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Auto Stop	82.00	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Sumur	82.01	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Tank Full	82.04	ON	ON
		OFF	OFF

**Tabel 7.** Setpoint pada HMI







No	Input Setpoint HMI	Setpoint Max	Setpoint Min
1		>=(325) D0 Sensor Ultra... &0 D1 Max &50	<=(315) D0 Sensor Ultra... &0 D6 Min &30

2			
3			

**Pengujian Data pada HMI dan Smartphone**

Pada pengujian ini penulis menguji data yang diterima oleh HMI Weintek MT6070iH dari sensor ultrasonik dengan data yang diterima oleh Smartphone Android dan data hasil pengukuran lapangan.

**Tabel 8.** Pengujian data HMI dan *smartphone*

No	HMI Weintek MT6070iH	Smartphone Android	Data Hasil Pengukuran di Lapangan (cm)
1			5
2			6
3			12

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan yang telah diberikan dimulai dari perancangan, pembuatan, implementasi dan pengujian, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan *EasyBuilder 8000* sebagai aplikasi HMI yang digunakan, dapat merancang tampilan HMI yang dapat memonitor dan mengontrol *plant* dengan baik yang terintegrasi dengan PLC OMRON sebagai *controller*.
2. Dengan menggunakan *App Inventor2* sebagai *software* yang digunakan untuk membuat aplikasi android .apk, dapat merancang

tampilan pada *Smartphone* Android yang dapat mengontrol dan memonitoring jalannya proses pengisian air pada toren dengan baik seperti data hasil pengujian pada tabel 1 (Hasil Pengujian Aplikasi Android), tabel 2 (Pengujian Koneksi *Smartphone* Android), tabel 5, 6, dan 7 (Pengujian Respon *Smartphone* Android terhadap PLC).

3. Berdasarkan hasil pengujian jangkauan maksimal dari komunikasi Arduino dengan *Smartphone* Android dengan *Vendor* Samsung dan Aplikasi penelitian.apk yang dirancang penulis, mampu mencapai 13 meter tanpa halangan dan 9 meter dengan halangan, dengan waktu respon yang cepat 1 detik, seperti data hasil pengujian pada tabel 3 dan 4 (pengujian jarak bluetooth dengan halangan dan tanpa halangan).

**Saran**

Pada penulisan penelitian ini, penulis memberikan saran-saran yang dapat meningkatkan kinerja dan pengembangan dari rancang bangun sistem kontrol dan monitoring proses pengisian air pada toren. Adapun saran-saran yang ingin penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan untuk pengembangan kedepan, sensor yang digunakan memiliki kestabilan dalam mengukur ketinggian permukaan air.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut, kontrol dan monitoring secara *wireless* dengan jangkauan yang lebih luas dengan menggunakan *wifi*, radio RF atau bahkan jaringan internet sehingga proses pengisian air pada toren dapat dikontrol dan dimonitoring dari jarak yang lebih jauh atau dari satu tempat saja (*control room*).

**DAFTAR PUSTAKA**

Adriansyah, Andi. (2001). "Pengantar Sistem Kontrol". Jakarta : Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB.

Alfisyahri, Riky. (2013). "Analisis Pemakaian Energi Pompa Pada Sistem Pengendalian Level Air". Cimahi : Politeknik TEDC Bandung.

Bolton W, "Programmable Logic Controller". (edisi 1)., Jakarta : Penerbit Airlangga, (2004).

Kadir Abdul, "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino", edisi1., Yogyakarta : Penerbit Andi, (2013).

Kurnia, Bayu. (2015). "Rancang Bangun Sistem Kendali Proses Powder Coating Menggunakan Sistem Bluetooth Berbasis Arduino Uno dan Smartphone Android". Cimahi : Politeknik TEDC Bandung.