

PENGENDALI KETINGGIAN AIR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*

Martihenpas Watty

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika
Jl. Sutorejo Prima Utara II/1, Surabaya 60113
Email : m311.rex@gmail.com

ABSTRAK

Skripsi ini akan membuat Alat Pengendali Ketinggian Air Menggunakan *Sensor Ultrasonic* dengan Metode *Fuzzy Logic*. Alat ini dapat mengukur ketinggian air dengan men-setting batas ketinggian air yang diinginkan, Ketinggian air ini diukur menggunakan *Sensor Ultrasonic*. Hasil perhitungan dari sensor ini kemudian akan di baca oleh *Arduino Mega2560* untuk dilakukan proses perhitungan ketinggian air dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. Dari hal ini muncul sebuah ide oleh peneliti untuk merancang dan mendesain perangkat transmisi otomatis berbasis *microcontroller* yang dapat diaplikasikan pada penampung air, Perangkat ini dirancang dan dibangun menggunakan *microcontroller* dengan bahasa pemrograman *Arduino* yang saat ini merupakan sebuah perangkat *microcontroller* yang bersifat *open source*.

Kata kunci : *Ketinggian level Air, Microcontroller, Setting Level Ketinggian*

ABSTRACT

This thesis will make the water level control device uses ultrasonic sensors with fuzzy logic. This tool can measure the desire water level, the water level is by using ultrasonic method. The calculation result of there sensors will be read by Arduino mega 2560 for water level calculation process by using Fuzzy Logic. This came an idea by researchers to design and design microcontroller based automatic transmission device is applied to the container of water. This device is designed and constructed using a microcontroller with the Arduino programming language that is a microcontroller device is an open source.

Keywords: *Water Level, Microcontroller, setting Level Altitude .*

I. PENDAHULUAN

Embedded System merupakan bagian dari bidang ilmu elektronika dan komputer yang saat ini perkembangannya sangat cepat. Salah satu aplikasinya adalah sebagai alat pengendali ketinggian air. Penelitian di bidang ini telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Penelitian tersebut yang telah dilakukan adalah pembuatan alat kendali ketinggian air menggunakan microcontroller PIC16F84 dengan 8 buah kawat/plat logam penghantar yang difungsikan sebagai sensor untuk mendeteksi ketinggian permukaan yang dapat dipantau melalui komputer[1]. Sehingga hanya dengan 8 buah sensor ketinggian dalam bentuk kawat logam, maka alat tersebut hanya dapat mendeteksi kondisi ketinggian air sebanyak 8 tingkatan saja. Kemudian dilakukan juga penelitian tentang pengendali dan pemantau ketinggian air lebih dari satu tangki yang dikendalikan dengan microcontroller 8051 dengan tampilan pada LCD dan menggunakan sensor kawat logam juga.[2].

Sistem kendali ketinggian air yang dapat dipantau secara nirkabel dengan indikator LED menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC) SIEMENS LOGO! 24RL RTX-MID-3V* juga sudah dikembangkan, sehingga dapat di-*monitoring* secara jarak jauh [5]. Apalagi sekarang dengan berkembangnya teknologi komunikasi data, sehingga banyak penelitian-penelitian yang memanfaatkan teknologi tersebut. Beberapa penelitian yang memanfaatkan komunikasi data menggunakan *bluetooth* untuk mengendalikan maupun *monitoring* peralatan-peralatan elektronik.[6,7]. Selain sistem pengendalian dan *monitoring* yang diterapkan pada peralatan yang tidak kalah pentingnya adalah hasil pengukuran harus tepat.

Dengan latar belakang dari beberapa penelitian yang tersebut maka dapat dikembangkan suatu penelitian alat pengendali ketinggian air agar lebih teliti maka dapat diterapkan metode logika fuzzy dan dapat dipantau secara *nirkabel* melalui *smartphone* menggunakan *bluetooth*. Sedangkan sensor yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sensor *ultrasonic* sehingga pengendalian ketinggian air lebih

Logika Fuzzy - Mamdani

Metode Mamdani Sering dikenal dengan nama Metode Min-Max. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.[3] Untuk mendapatkan *output* diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy (fuzzyfikasi)*

Pembentukan himpunan *fuzzy* merupakan suatu proses untuk mengubah suatu variabel *input* bentuk crisp menjadi variabel linguistik dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya masing-masing.

2. Aplikasi fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan adalah Min

$$\mu_{(A \cap B)}(x) = \text{Min} [\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

3. Komposisi aturan

Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy* ;

a. Metode *Max*

Metode *Max (Maximum)* mengambil solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengapiliasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proporsi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \text{Max} (\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i])$$

dengan :

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i
 $\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i

b. Metode *Additive*

Metode *Additive (Sum)* mengambil solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \text{Min} (\mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i])$$

dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i
 $\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i

c. Metode *Probabilistik OR (probor)*

Metode *Probabilistik OR (probor)* mengambil solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow - (\mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) - (\mu_{sf}[x_i] * \mu_{kf}[x_i])$$

dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i
 $\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i

4. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

Input dari proses *defuzzyfikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu sebagai *output*.^[3]

Ada beberapa metode dalam *defuzzyfikasi* pada Metode Mamdani (Kusumadewi dan Purnomo, 2010), antara lain:

a. Metode *Centroid*

Pada metode *centroid* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (Z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dapat dituliskan:

$$Z^* = \frac{\int Z \cdot \mu_c(Z) dZ}{\int \mu_c(Z)}$$

b. Metode *Bisektor*

Pada metode *bisektor* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

c. Metode *Mean of Maximum (MOM)*

Pada metode *mean of Maximum* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum (LOM)*

Pada metode *largest of Maximum* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

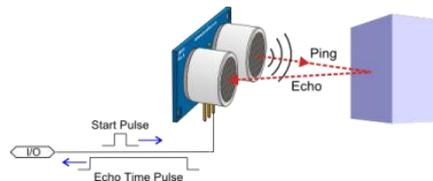
e. Metode *Smallest of Maximum (SOM)*

Pada metode *smallest of Maximum* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.^[3]

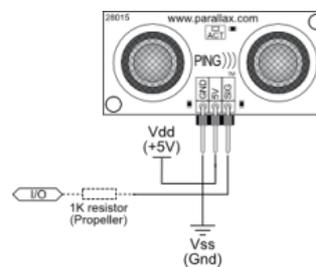
Sensor Ultrasonic

PING sensor adalah modul sensor Jarak yang dapat mengukur jarak antara dirinya dengan benda di dekatnya secara akurat dengan memancarkan dan memantulkan

gelombang ultrasonic pada benda yang diukur. Ilustrasi pengukuran jarak menggunakan sensor PING dapat dilihat pada gambar 2. sensor *PING* hanya sedikit mengkonsumsi daya listrik, dan sangat ideal untuk digunakan dalam *mobile robot*, sistem keamanan, dan aplikasi lain yang untuk mendeteksi benda-benda di dekatnya, atau mengukur jarak dari sensor[11].



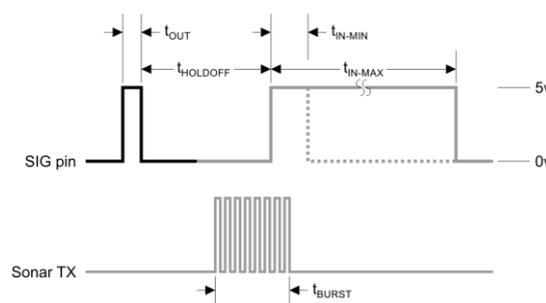
Gambar 2. Ilustrasi Pengukuran Jarak Benda dengan Sensor *PING*[4]



Gambar 3 Konfigurasi Pin Sensor *PING*[11]

Protokol Komunikasi

PING sensor mendeteksi objek dengan memancarkan sinyal ultrasonik dalam bentuk *short burst* dan kemudian dipantulkan (*echo*). Dengan menggunakan kendali microcontroller *pulse trigger* dapat dibangkitkan, sehingga sensor memancarkan sinyal 40 kHz (*ultrasonic*) dalam bentuk burst. Sinyal *burst* ini merambat melalui udara dan mengenai obyek, kemudian memantul kembali ke sensor. Senso *PING* r memberikan output pulsa ke microcontroller dimana lebar pulsa tersebut sesuai dengan jarak ke target. Bentuk sinyal burst diperlihatkan pada gambar 4.



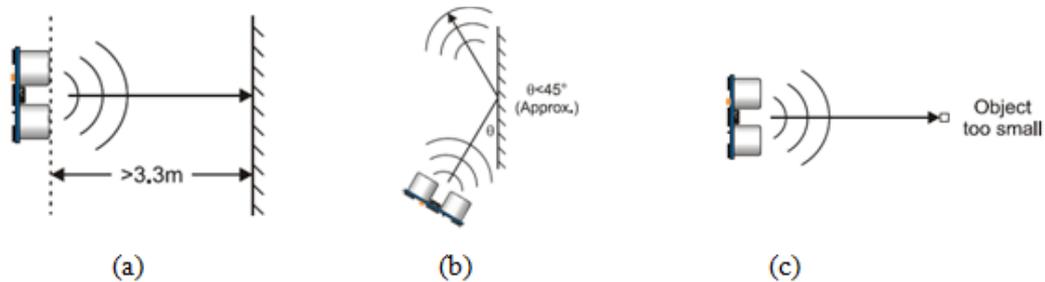
Gambar 4. Sinyal Ultrasonic dalam Bentuk *Burst*[11]

Posisi Obyek

PING sensor tidak dapat secara akurat mengukur jarak ke objek, jika :

- Lebih dari 3 meter. (gambar 5.(a))

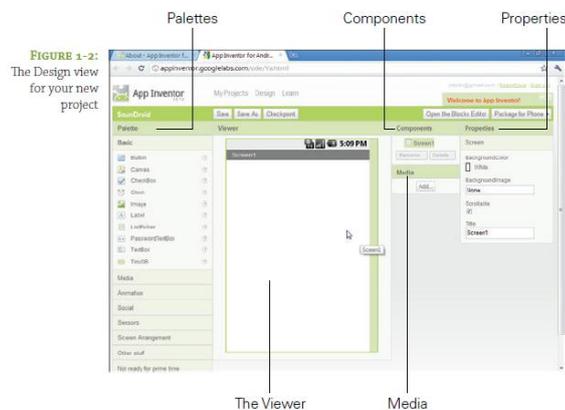
- Memiliki permukaan reflektif pada sudut dangkal sehingga sinyal ultrasonic tidak akan dipantulkan kembali ke sensor (gambar 5.(b))
- Terlalu kecil untuk cukup memantulkan sinyal ultrasonic kembali ke sensor. Selain itu, jika PING sensor dipasang rendah pada perangkat, maka dapat mendeteksi pantulan sinyal ultrasonic dari lantai. (gambar 5.(c)).



Gambar 5. Posisi Sensor Ping Terhadap Obyek[11]

Android App Inventor

App Inventor adalah program yang sangat bagus yang dibuat oleh Google dan sekarang dikembangkan oleh MIT. Program ini dapat digunakan untuk membuat dan mendesain aplikasi Android yang berbasis Web page dan Java interface. Hanya dengan pengetahuan pemrograman yang sedikit, maka sudah dapat membuat sebuah aplikasi Android yang sederhana. Jika sudah berpengalaman menggunakan App Inventor maka juga dapat membuat program yang sangat rumit dan berguna hanya dengan menggunakan App Inventor.



Gambar 6. Tampilan Editor Android App Inventor

II. METODOLOGI PENELITIAN

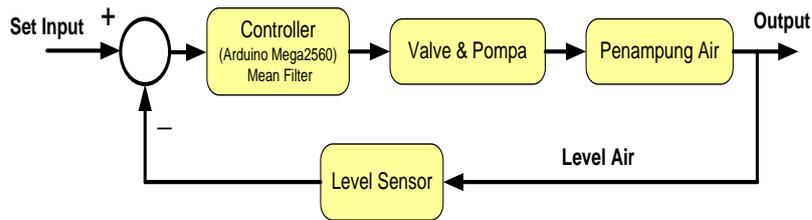
Metodologi perancangan pengendali ketinggian permukaan air dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

A. Perancangan perangkat keras

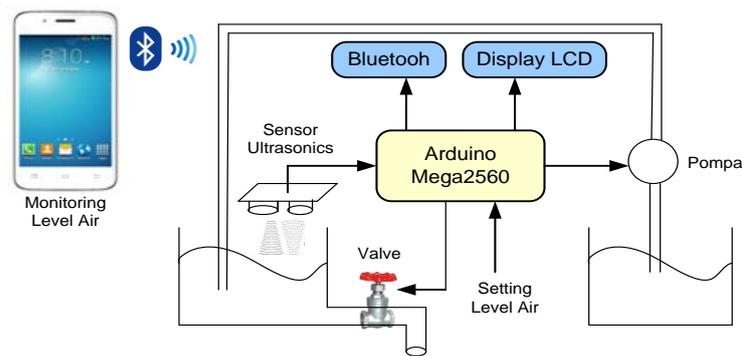
Rancangan diagram blok sistem dan perangkat keras diperlihatkan ditunjukkan pada gambar 7. dan gambar 8. Komponen perangkat keras terdiri dari :

- Arduino Mega2560 yang berfungsi sebagai pusat pengendali.

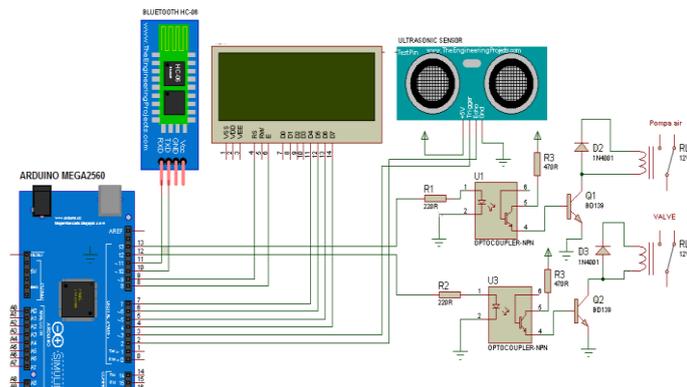
- Bluetooth berfungsi sebagai media untuk komunikasi data nirkabel *pair to pair* antar arduino mega2560 dengan *smart phone*.
- *Smart phone* berfungsi untuk membaca data hasil pengukuran ketinggian air untuk ditampilkan pada layar *smart phone*.
- *LCD* sebagai penampil hasil pengukuran ketinggian air pada panel yang terhubung dengan *arduino board*,
- *Valve dan relay* adalah sebagai kran air yang dikendalikan dengan memberikan tegangan pada kumparannya dari *arduino mega2560*.



Gambar 7. Diagram blok Sistem



Gambar 8. Diagram blok Sistem



Gambar 9. Rangkaian Pengendali Ketinggian Air

B. Perancangan Perangkat Lunak

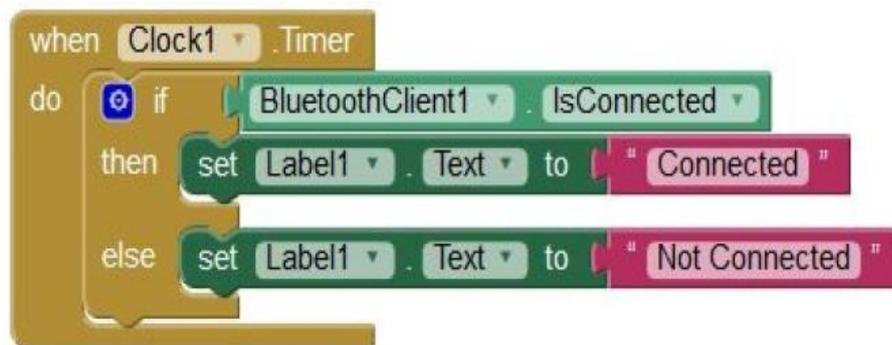
Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah bahasa pemrograman C++ Arduino dan MIT Android App Inventor. Beberapa program fungsi yang digunakan pada alat

pengendalian ketinggian air yaitu fungsi untuk menghitung rata-rata hasil pengukuran ketinggian air diperlihatkan pada gambar 10.

```
int rata_rata(int D, int JD)
{
    int T = 0;
    for (int i = 0; i = JD; i++)
    {
        T = T + D[i];
    }
    R = T/JD;
    return R;
}
```

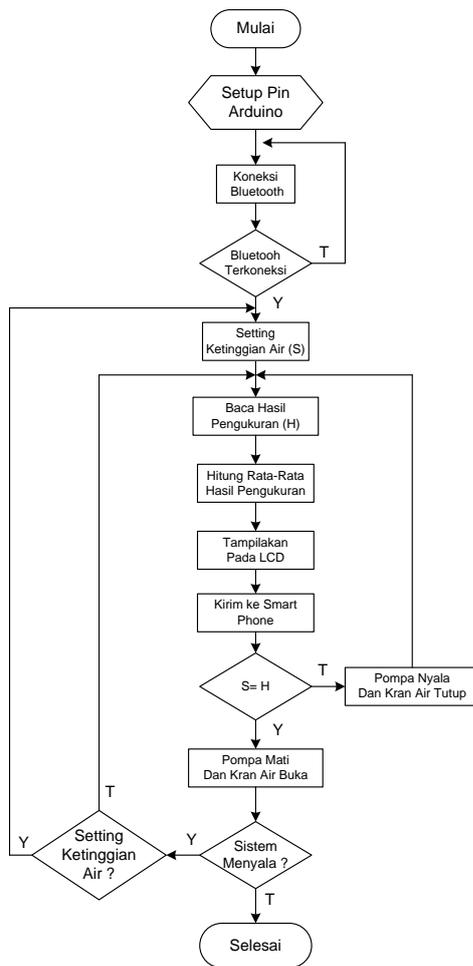
Gambar 10. Program Fungsi Rata-Rata

Sedangkan untuk fungsi yang digunakan untuk memantau melalui *smart phone* diperlihatkan pada gambar 11. yaitu fungsi untuk mengaktifkan komunikasi data melalui *bluetooth*.



Gambar 11. Blok Koneksi Bluetooth App Inventor

Secara keseluruhan perangkat lunak pengendali alat dapat dilihat pada gambar 11. dalam bentuk diagram alir.



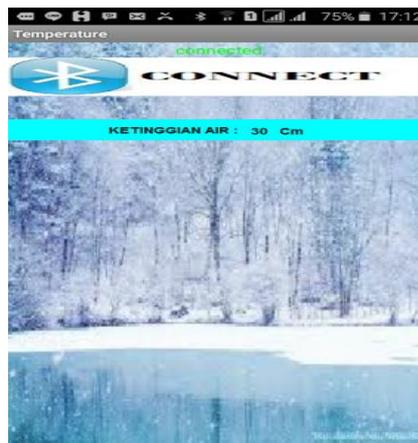
Gambar 12. Diagram Alir Perangkat Lunak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

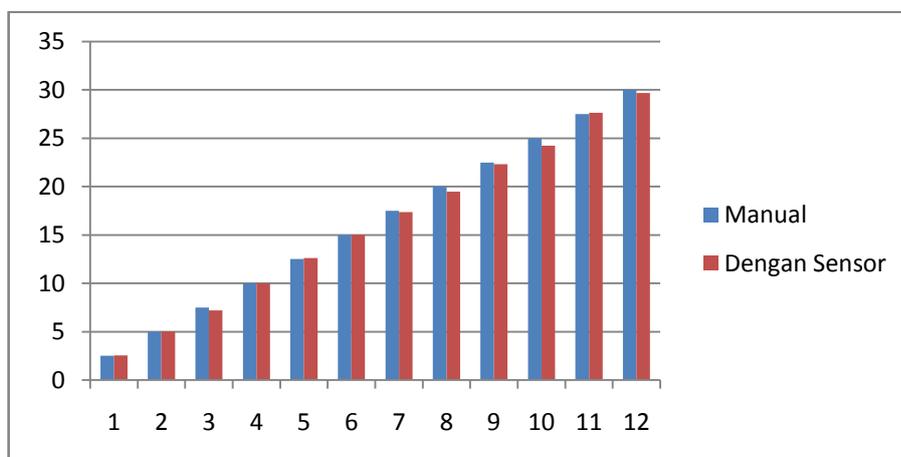
Peralatan pengendali ketinggian air sudah bekerja sesuai tujuan yaitu dapat mengukur dan mengendalikan ketinggian air serta dapat dipantau melalui *smart phone*. Foto peralatan dapat dilihat pada gambar 13. dan gambar 14. Dan grafik hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 15 dan gambar 16.



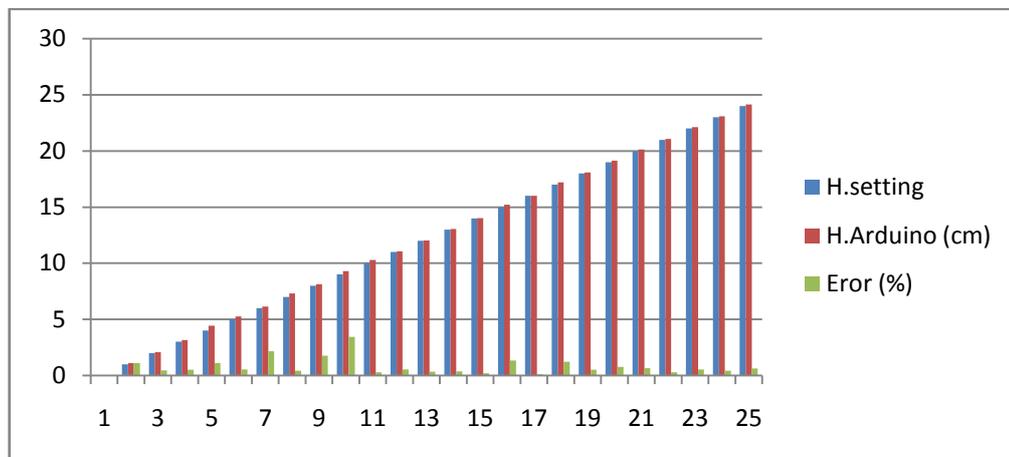
Gambar 13 Foto Alat pengendali ketinggian air



Gambar 14 Foto Tampilan pada smart phone



Gambar 15. Grafik Pengukuran Ketinggian Air dengan Sensor Ultrasonic



Gambar 16. Grafik Pengujian Sistem

IV. KESIMPULAN

Alat pengendali ketinggian air sudah berfungsi sesuai tujuan dan setelah melakukan percobaan pengukuran maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran ketinggian air dengan setting 30 cm yang mempunyai hasil yang paling baik, yaitu hampir sama dengan nilai setting ketinggian air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dey, N., Mandal, R., & Subashini, M. M. (2013). Design and Implementation of a Water Ketinggian Controller using Fuzzy Logic. *International Journal of Engineering and Technology*, ISSN, 0975-4024.
- [2] Jagadal, s., & halse, s. (2013). 8051 Microcontroller Based Multiple Water Tank Control System. *Journal of Computer and Mathematical Sciences Vol, 4(5)*, 322-402.
- [3] Pendor, M. S. S., Renge, M. A. S., & Inzalkar, S. M. (2013, Desember), A Survey on State of the art and future developments of measurement applications on smartphones. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 4, Issue 12, pp41-47., ISSN 2229-5518
- [4] Budijanto, A., & Shoim, A. (2016, September). Pembelajaran Embedded System Berbasis Proyek Menggunakan Arduino Mega2560. In *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Fakultas Teknik* (Vol. 1, No. 1).
- [5] Illes, C., Popa, G. N., & Filip, I. (2013, July). Water ketinggian control system using PLC and wireless sensors. In *Computational Cybernetics (ICCC), 2013 IEEE 9th International Conference on* (pp. 195-199). IEEE.
- [6] Misra, S. (2014, January). A very simple user access control technique through smart device authentication using Bluetooth communication. In *Electronics, Communication and Instrumentation (ICECI), 2014 International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.

- [7] Kumar, S., & Lee, S. R. (2014, June). Android based smart home system with control via Bluetooth and internet connectivity. In *The 18th IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE 2014)* (pp. 1-2). IEEE.
- [8] Tyler, Jason, (2011), *App Inventor for Android: Build Your Own Apps - No Experience Required!*, John Wiley & Sons, Ltd. United Kingdom,
- [9] Margolis, M. (2012), *Arduino Cookbook*, 2nd, O'Reilly Media, Inc, USA.
- [10] Amariei, Cornel, (2015), *Arduino Development Cookbook*, Packt Publishing, Birmingham.
- [11] www.parallax.com, (2013), *PING))) Ultrasonic Distance Sensor (#28015)*, Parallax Inc.
- [12] Sudradjat, 2008, *Dasar-Dasar Fuzzy Logic*, Universitas Padjajaran.