

Rancang Bangun Kran Air Wudhu Otomatis Dan Kontrol Bak Air Berbasis Arduino

Budi Eko Sulistiyono, Hugo Aprilianto, Panca Anitasari W.H.

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Banjarbaru

Jl. Jend. A. Yani Km 33,5 Loktabat Banjarbaru

Email: budieko99@yahoo.com.com, hugo.aprilianto@gmail.com, anitasari@gmail.com

Abstrak

Penghematan sumber daya alam merupakan suatu yang sangat diperlukan saat ini, baik di lingkungan rumah tangga maupun di lingkungan yang lebih luas. Penggunaan tandon atau tangki air yang digunakan untuk menampung air dapat mengurangi penggunaan energi listrik dan menyediakan pasokan air secara berkelanjutan. Penggunaan kran otomatis juga punya andil yang cukup besar dalam penghematan air ketika tingkat kepedulian seseorang kurang baik.

Untuk mengetahui level ketinggian air di dalam tandon sangat sulit jika dilakukan secara manual. Sedangkan letak tandon berada ditempat yang susah dijangkau. Sehingga pada saat proses pengisian air sering terjadi meluap atau melewati batas ketinggian tandon, dan jika tidak adanya sistem peringatan jika aliran air mengalami gangguan. Serta penggunaan air wudhu yang berlebihan ketika kran tidak segera dimatikan ketika kegiatan wudhu telah selesai. Dengan demikian terjadilah pemborosan sumber daya air.

Sensor ultrasonik berfungsi sebagai pengukur jarak antara air dengan sensor, kemudian di konversi menjadi persentasi level air, sehingga level air yang tersedia dapat diawasi secara terus menerus dan melakukan pengisian tandon secara otomatis jika sudah melewati batas terendah yang telah di tentukan. Sedangkan sensor Passive Infra Red (PIR) berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan objek khususnya manusia di dekat kran, jika terdeteksi objek/manusia maka kran otomatis membuka kran dan menutupnya kembali jika objek/manusia meninggalkannya. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC-SR05 sedangkan sensor PIR yang digunakan adalah HC-SR501. Dalam penelitian ini diteliti bagaimana efektifitas sensor ultrasonik dalam mendeteksi level air dan efektifitas sensor PIR dalam mendeteksi keberadaan objek/manusia.

Kata kunci : *pengendali level air, kran otomatis, sensor gerak, sensor ultrasonik.*

Abstract

Saving natural resources is an indispensable today, both within the household and in the wider environment. The use of reservoirs or water tanks used to hold water can reduce energy use and provide a sustainable water supply. The use of automatic faucets also had a big influence in saving water when the level of concern someone less well.

To know the wild reservoir water levels are very difficult if done manually. While the location of the reservoir is in place that is difficult to reach. So that when the charging process water often overflows or bypass reservoir height limit, and if the lack of a warning system if the flow of water to crash. As well as the excessive use of ablution water when the faucet is not immediately turned off when ablution activities have been completed. Thus there was a waste of water resources.

Ultrasonik sensor serves as measuring the distance between the water with the sensor, then converted into a percentage of the water level, so that the level of water available can be monitored continuously and automatically charging the reservoir if it passes the lower limit that has been set. While passive infra-red sensor (PIR) functions as an object detecting the presence of human beings, especially near the faucet, if the detected object / human then automatically open the tap faucet and close it again if the object / man leave. Ultrasonik sensor used is the HC-SR05 while PIR sensor used is the HC-SR501. In this study investigated how the effectiveness of Ultrasonik sensors to detect water level and effectiveness of the PIR sensor detects the presence of the object / human.

Keywords: *water level controllers, automatic faucets, motion sensors, ltrasonic sensors*

1. Pendahuluan

Air memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Peran tersebut dapat terlihat dari tingkat kebutuhan manusia dalam penggunaan di kegiatan sehari-harinya. Penghematan air mutlak dilakukan untuk menjaga kelestarian dan ketersediaan air dimasa depan.

Untuk mengetahui ketinggian atau level air di dalam tandon sangat sulit jika dilakukan secara *manual* apalagi jika letak tandon berada di tempat yang tinggi, sehingga pada saat proses pengisian sering terjadi air yang meluap atau melewati batas ketinggian tandon, dan juga tidak adanya sistem peringatan jika air sudah mulai kosong atau hampir tumpah. Penggunaan air wudhu oleh anak-anak sering terjadi pemborosan air karena tidak segera mematikan kran air ketika kegiatan wudhu usai, dengan jumlah siswa yang banyak maka akumulasi pemborosan air yang terbuang juga semakin banyak.

Dalam hal ini suatu alat yang berfungsi ganda untuk mengontor aliran air, selain sebagai pengendali ketinggian level air tandon sangat diperlukan untuk membantu dalam proses mengontrol level air, memberikan peringatan dan mematikan pompa air secara otomatis jika terjadi level air mendekati kosong karena aliran air terganggu dan jika terjadi malfungsi pada kran sehingga air hampir meluap. jika level air tidak bertambah dalam waktu tertentu, juga ketika ada bagian tubuh manusia mendekati kran air wudhu dapat menyalakan kran secara otomatis dan menutup kran jika telah meninggalkannya, sehingga pemborosan air dapat dihindari.

Penelitian terkait yang berjudul "Pengendali Level Air Tandon Otomatis Menggunakan Gelombang Ultrasonik". Rancang bangun tersebut dimaksudkan agar dapat digunakan untuk mempermudah pengguna dalam pengisian dan memantau tandon air. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian level air dilengkapi dengan LCD untuk memonitor level air dan pengaturan batas ketinggian air, untuk mensuplay relay, dimana relay berfungsi mensaklar tegangan 220v untuk menggerakkan dinamo mesin pompa air.[1]

Penelitian lain sebelumnya yang berjudul " Kran Air Wudhu' Otomatis Berbasis Arduino Atmega 328". Rancang bangun tersebut dimaksudkan agar dapat digunakan untuk mempermudah pengguna dalam membuka dan menutup kran air wudhu. Alat ini terdiri dari sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia didekatnya lalu mengirim sinyal ke mikrokontroler untuk mensuplay relay, dimana relay berfungsi mensaklar tegangan 220v untuk menggerakkan mesin pompa air dan selenoid valve. [2]

Pada Penelitian yang di lakukan (Zulkifli, 2014) dibuat agar dapat memantau ketinggian air pada bak pembenihan supaya air tidak berkurang dan tidak melebihi batas yang telah ditetapkan. Sistem ini dirancang agar dapat menstabilkan ketinggian air yang ada pada bak pembenihan.[3]

Papar ini memaparkan penerapan sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai pengukur jarak antara air dengan sensor, kemudian dikonversi menjadi persentasi level air, sehingga diketahui jumlah level air yang ada di dalam tandon dan ditambah dengan sistem *alarm*. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC-SR04, dan menerapkan sensor passive infra red yang berfungsi untuk mendekteksi keberadaan manusia di dekat kran wudhu kemudian memberi sinyal logika high untuk membuka kran wudhu. Sensor PIR yang digunakan adalah HC-SR501.

2. Metode Penelitian

2.1 Analisa Kebutuhan

Pada penelitian ini menggunakan *microcontroller* arduino unoi yang digabung dengan komponen-komponen elektronik yang lainnya seperti *buzzer*, resistor, relay dan lain-lain menjadi satu pada sebuah tempat, dengan penggunaan bahasa pemrograman C yang telah diadaptasi menjadi bahasa pemrograman tersendiri oleh arduino sebagai pengolah data serta sebagai pengontrol, dan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor untuk mendeteksi ketinggian air serta sensor PIR HC-SR501 sebagai sensor untuk mendeteksi keberadaan manusia. Penelitian ini mengambil data analisis pada studi kasus di SMPN 4 Martapura Kalimantan Selatan.

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mendukung dengan hampir semua sistem operasi seperti windows xp, vista, 7, mac OS dan linux. Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah

dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah. Karena arduino merupakan *open source* dan *open hardware* maka perkembangannya sangat pesat dan semakin banyak juga *library* pendukung seperti *wireless joy stick ps2*, *servo*, *motor* dan lain– lain. Arduino menggunakan *software processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam Arduino. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. *Software* Arduino ini dapat di-install di berbagai sistem operasi seperti: LINUX, Mac OS dan Windows. *Software* IDE Arduino terdiri dari 3 (tiga) bagian:

1. *Editor Program*, untuk menulis dan mengedit program bahasa *processing*. Listing program pada arduino disebut sketch.
2. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler.
3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler.

Struktur perintah pada arduino secara garis besar terdiri dari 2 (dua) bagian yaitu *void setup* dan *void loop*. *Void setup* berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali sejak arduino dihidupkan sedangkan *void loop* berisi perintah yang akan dieksekusi berulang-ulang selama arduino dinyalakan.[4][5]

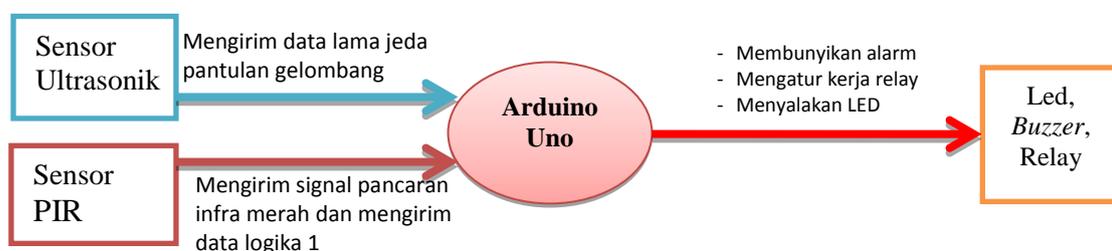
Relay adalah suatu komponen yang digunakan sebagai saklar penghubung / pemutus untuk arus beban yang cukup besar dikontrol oleh sinyal listrik dengan arus kecil. Dalam dunia elektronika, relay dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika switching. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar atau saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Solenoid valve adalah suatu alat yang digunakan untuk membuka atau menutup aliran air yang gerakkan secara elektromagnetis, alat ini adalah kombinasi dari dua dasar unit fungsional yaitu Solenoid (elektromagnet) yang terdiri atas koil yang berfungsi sebagai kumparan dan valve merupakan katup dimana saat solenoid teraliri listrik katup tersebut akan membuka dan menutup dengan sendirinya jika tidak dialiri listrik. Katup berfungsi untuk menahan atau melewatkan aliran air.

LED atau diode pemancar cahaya adalah diode yang dioperasikan pada arah maju dan mengubah energy listrik menjadi emisi cahaya, baik cahaya tampak maupun cahaya tak tampak, sedangkan Buzzer adalah alat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Pada umumnya Buzzer digunakan untuk alarm, cara penggunaannya dengan memberikan tegangan pada input maka Buzzer akan mengeluarkan bunyi. frekuensi suara yang dikeluarkan oleh Buzzer yaitu antara 1 – 5 Khz.[5][6][7][8]

2.2 Perancangan Penelitian

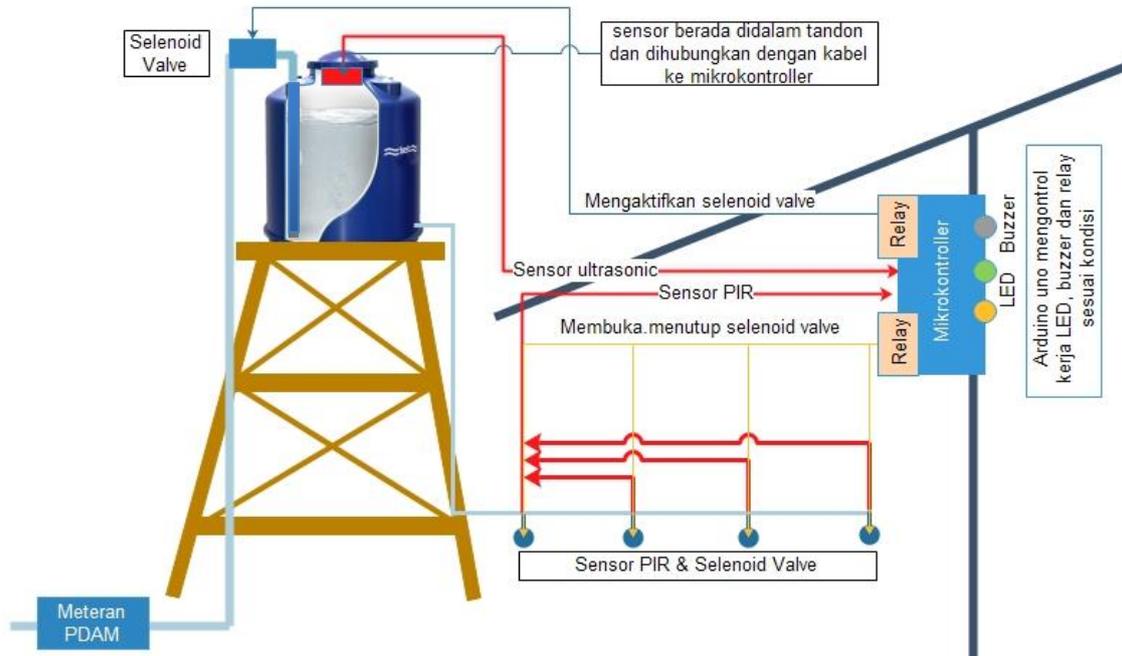
Pada diagram konteks digambarkan proses umum yang terjadi di dalam sistem. Berisikan tentang hubungan antara sistem kendali mikrokontroler dan sensor dan komponen yang lainnya.



Gambar 2.1 Diagram Konteks Sistem

Pada gambar 2.1, sensor ultrasonik mengirimkan lama jeda pantulan gelombang suara terhadap permukaan air dan sensor PIR mengirimkan pancaran inframerah yang diterima

berupa data logika 1 selanjutnya system memproses dan mengirimkan hasil proses tersebut ke perangkat yang dituju, seperti membunyikan Buzzer, menyalakan led atau mengaktifkan relay.



Gambar 2.2 Blok Diagram

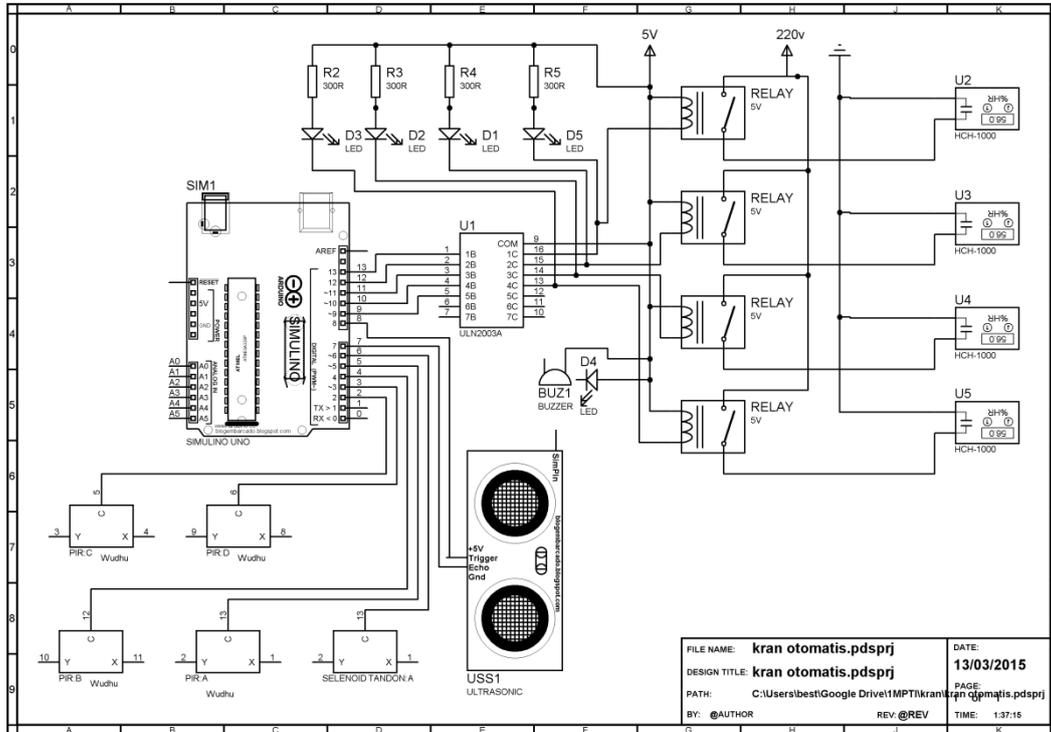
Dari gambar 2.2 dapat diketahui bahwa letak sensor ultrasonik berada di dalam tandon bagian dalam, sensor PIR berada di tempat wudhu berdekatan dengan selenoid valve dan mikrokontroler berada di tempat yang terlindungi. Sensor ultrasonik, sensor PIR dan selenoid valve dihubungkan menggunakan kabel ke mikrocontroller, dimana panjang kabel menyesuaikan keperluan. Panjang pipa aliran air masuk ke dalam tandon harus panjang sampai hampir menyentuh dasar tandon, hal ini dimaksudkan agar mengurangi riak gelombang yang dapat mengganggu sensor ultrasonik membaca level air saat pengisian.

Prinsip kerja sistem untuk level tandon adalah pertama-tama sensor ultrasonik memancarkan gelombang suara ke permukaan air, kemudian menerima kembali pantulan gelombang yang telah dipancarkan. Sebelum menerima gelombang pantulan terdapat jeda, dimana lama jeda tersebut yang kemudian dikirimkan ke arduino untuk diproses lebih lanjut. Setelah didapat lama jeda kemudian mikrokontroler menghitung jarak permukaan air terhadap sensor dengan rumus :

$$\text{Jarak (cm)} = (\text{lama jeda microsecond} / 29 \text{ microsecond}) / 2$$

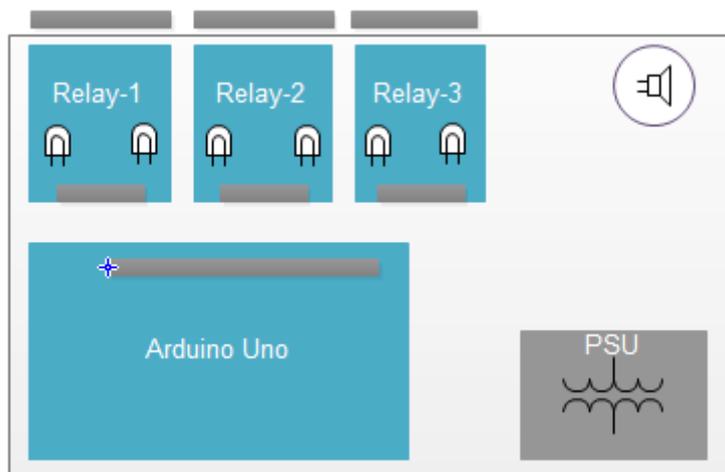
Setelah diketahui jarak antara sensor terhadap permukaan air selanjutnya level air di konversi menjadi persen, kemudian mikrokontroler akan menghitung persentase level air yang ada di dalam tandon. Jika level air sekarang kurang dari batas kritis, dimana batas kritis pada penelitian ini batas kritis adalah 40% (empat puluh persen) maka mikrokontroler akan mengaktifkan relay untuk membuka kran selenoid valve dan membunyikan buzzer dengan suara putus-putus dengan jeda 200ms (dua ratus mili second), proses ini akan terus berlanjut sampai level ketinggian air berada pada pada level 50% (lima puluh persen). Ketika ketinggian air berada pada batas terendah level air, pada penelitian ini batas terendah adalah level 50%, maka Buzzer dimatikan dan kran selenoid valve tetap dibuka, proses ini terus berlanjut sampai level air berada pada batas tertinggi air, pada penelitian ini batas tertinggi adalah 90% (sembilan puluh persen) maka mikrokontroler akan menutup relay. Jika terdeteksi air berada diatas batas darurat, dimana batas darurat pada penelitian ini batas darurat adalah 95% (sembilan puluh lima persen) maka mikrokontroler menutup kran selenoid valve dan menyalakan Buzzer dengan suara putus-putus dengan jeda 50ms (lima puluh mili second) hal ini dimaksudkan untuk memberi peringatan kepada petugas bahwa telah terjadi malfungsi pada kran selenoid valve pengisian, sehingga petugas dapat mengambil tindakan untuk mematikan kran manual (darurat).

Sedangkan prinsip kerja kran wudhu otomatis adalah berdasarkan data logika yang dikirimkan sensor PIR. Jika mendeteksi pancaran infra merah dengan panjang gelombang 8-14 mikrometer maka sensor mengirimkan logika 1 yang pada akhirnya membuka kran, sensor ini di rancang cenderung khusus untuk mendeteksi panas tubuh manusia yaitu standar panjang gelombang 9,4 mikrometer.



Gambar 2.3 Desain Skematik

Gambar 2.3 merupakan skema rancangan sistem secara keseluruhan.



Gambar 2.4 Desain Rancangan

Pada gambar 3.4 Pada gambar 3.4 merupakan desain rancangan hardware sebelum di implementasikan ke tempatnya

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Implementasi

3.1.1 Pemasangan Sensor dan Selenoid Valve



Gambar 3.1 Pemasangan sensor ultrasonik



Gambar 3.2 Pemasangan pipa inlet tandon

Pada gambar 3.1 terlihat pada penelitian ini prototype diuji pada sebuah akurium dengan tinggi 44cm. Sensor ultrasonik diletakkan pada bagian tengah diameter tandon. Dan pada gambar 3.2 pipa pengisian diletakkan merapat pada bagian tepi akuarium dengan panjang pipa hampir menyentuh dasar akuarium, bertujuan untuk mengurangi riak gelombang saat pengisian.



Gambar 3.3 Pemasangan selenoid valve pada tandon

Pada gambar 4.3 terlihat kran selenoid valve yang dipasang diluar akuarium, setelah meteran air PDAM. Dalam penerapannya nanti kran selenoid valve diletakkan pada tempat yang terlindung dari air, karena berisi tegangan 220v untuk mengaktifkan selenoid.



Gambar 3.4 Pemasangan Sensor PIR dan Selenoid valve wudhu



Gambar 3.5 Modifikasi sensor PI

Pada gambar 4.3 dan gambar 4.5 tampak sensor Passive Infra Red dan selenoid valve dipasang berdekatan, sensor PIR diposisikan miring sejajar jatuhnya air kran pada ketinggian 70cm dari lantai dan pada frese lens di tutup dengan pipa diameter $\frac{3}{4}$ inchi dengan panjang 2,5cm, setelan kepekaan dan jeda pemicu diset pada minimum, jumper dipasang pada posisi H (repeater). Kran selenoid valve dan sensor PIR untuk wudhu ada 4 pasang

3.1.2 Pemasangan Prototype



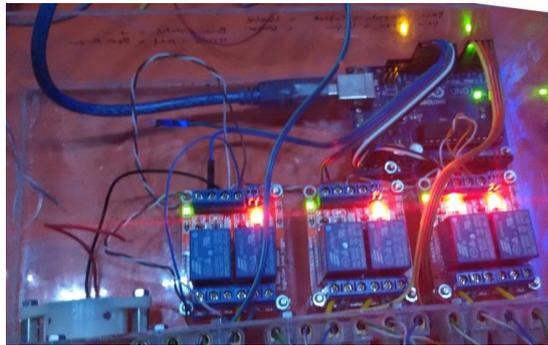
Gambar 3.6 Hasil akhir pemasangan mikrokontroller

Pada gambar 3.6 terlihat bahwa semua komponen yang diperlukan digabung menjadi dalam sebuah wadah transparan dan tertutup, dan pada bagian sisi luar terdapat konektor untuk menghubungkan ke sensor-sensor dan selenoid valve.



Gambar 3.7 Pemasangan prototype

Pada gambar 3.7 terlihat pemasangan prototype secara keseluruhan dengan 4 (empat) buah kran wudhu dan 1 (satu) kran pengisian tandon.



Gambar 3.7 Indikator led

Pada gambar 3.7 tampak lampu indikator led menyala sesuai dengan kondisi yang terjadi pada mikrokontroller. Indikator led menggambarkan kondisi relay, jika led menyala berarti relay aktif dan jika led mati berarti relay tidak aktif.

3.2 Pembahasan

3.2.1. Pengujian Sistem

Tabel 3.1 Hasil pengujian mulai dari tandon kosong

No	Level Air (%)	Status	Keterangan
1	0	Nyalakan kran, nyalakan <i>Buzzer</i> lambat	Sesuai
2	34	Nyalakan kran, nyalakan <i>Buzzer</i> lambat	Sesuai
3	45	Nyalakan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
4	52	Nyalakan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
5	57	Nyalakan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
6	67	Nyalakan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
7	75	Nyalakan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
8	86	Nyalakan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
9	91	Matikan kran, nyalakan <i>Buzzer</i> cepat	Sesuai
10	100	Matikan kran, nyalakan <i>Buzzer</i> cepat	Sesuai

Tabel 3.2 Hasil pengujian mulai dari tandon penuh

No	Level Air (%)	Status	Keterangan
1	100	Matikan kran, nyalakan <i>Buzzer</i> cepat	Sesuai
2	93	Matikan kran, matikan <i>Buzzer</i> cepat	Sesuai
3	86	Matikan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai

4	75	Matikan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
5	67	Matikan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
6	57	Matikan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
7	52	nyalakan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
8	45	nyalakan kran, matikan <i>Buzzer</i>	Sesuai
9	34	nyalakan kran, nyalakan <i>Buzzer</i> lambat	Sesuai
10	28	nyalakan kran, nyalakan <i>Buzzer</i> lambat	Sesuai

Dalam menentukan presentase air yang ada didalam tandon adalah dengan cara mengetahui ketinggian air kemudian menghitung berapa persentase ketinggian air yang ada di dalam tandon, cara mengetahui presentase jumlah air adalah dengan menggunakan rumus :

Tinggi air (cm) = tinggi tandon – jarak antara sensor terhadap permukaan air.

Rumus dalam menentukan jarak dari sensor ke permukaan air dalam satuan centimeter adalah :

Jarak (cm) = (jeda_waktu_microsecond / 29) / 2

Untuk memudahkan penerapan pada berbagai ukuran tinggi tandon maka tinggi tandon dijadikan acuan, dalam menghitung persentase air yang terdapat pada tandon dengan rumus :

persentase =(tinggi tandon – tinggi air)/tinggi tandon x 100;

Rumus yang digunakan dalam mencari level air (cm) adalah:

Level air dalam persen = (tinggi tandon – tinggi air)/tinggi tandon x 100

Tabel 4. 1 Hasil pengujian sistem

Pengujian Ke-	Waktu Tercatat	Level Air (%)	Level Air (cm)	Status Kran					Keterangan
				1	2	3	4	T	
1	8.00	0	0	∅	∅	∅	∅	√	Pengisian tandon
2	8.16	90	40	∅	∅	∅	∅	∅	Tandon penuh
3	8.20	90	40	√	∅	∅	√	∅	Kran 1,4 untuk wudhu
4	8.25	88	38	√	√	∅	∅	∅	Kran 1,2 untuk wudhu
5	8.28	86	37	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
6	8.35	84	36	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
7	8.40	81	35	∅	√	√	∅	∅	Kran 2,3 untuk wudhu
8	8.52	79	34	∅	∅	√	√	∅	Kran 3,4 untuk wudhu
9	9.00	77	33	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
10	9.04	75	32	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
11	9.10	72	31	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
12	9.16	70	30	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
13	9.20	68	29	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
14	9.25	65	28	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
15	9.33	63	27	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
16	9.40	54	26	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
17	9.50	52	23	√	√	√	√	∅	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu
18	9.51	50	22	√	√	√	√	√	Kran 1,2,3,4 untuk wudhu dan isi pengisian tandon
19	10.02	52	23	∅	∅	∅	√	√	Kran 4 untuk wudhu dan isi pengisian tandon
20	10.03	54	24	√	√	∅	√	√	Kran 1,2, 4 untuk wudhu dan isi pengisian tandon

Keterangan :	√ = Buka	Tinggi Tandon	: 44 cm
	Ø = Tutup	Batas Kritis	: 40%
	T = Kran tandon	Batas Terendah	: 50%
		Batas Tertinggi	: 90%
		Batas Darurat	: 95%

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan sistem sensor ultrasonik untuk pengendalian level air dan sistem sensor Passive Infra Red dalam pengendalian kran wudhu, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem sensor lebih baik jika dibandingkan dengan sistem konvensional, sebab proses isi tandon terjadi secara berkelanjutan dan dilengkapi sistem alarm
2. Sistem sensor lebih akurat mendeteksi isi tandon sehingga kemungkinan air meluap dan terbuang dapat di minimalisir kekosongan tandon.
3. Ketinggian maksimal tandon tergantung kemampuan jarak maksimal, untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal maka tinggi tandon harus kurang dari kemampuan jarak maksimal sensor
4. Penggunaan sensor Passive Infra Red untuk kran wudhu lebih efisien dalam penggunaan air untuk tempat-tempat umum..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Padlani, A. (2015). Pengendali Level Air Tandon Otomatis Menggunakan Gelombang Ultrasonik. Banjarbaru: STMIK Banjarbaru.
- [2] Astari, S. (2013). Kran Air Wudhu Otomati Berbasis Arduino. Tanjung Pinang: Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- [3] Zulkifli, A. (2014). Perancangan Perangkat Pendeteksi Ketinggian Air Bak Pembenihan Ikan Nila Berbasis Mikrokontroler dan Web. Tanjung Pinang: Universitas Maritim Raja Ali Haji
- [4] Djuandi, F. (2011). Pengenalan Arduino. Jakarta: Elexmedia.
- [5] F. Barrett, S. (2013). Arduino Microcontroller Processing for Everyone!: Third Edition. Syntesis lectures on digital circuit system.
- [6] Suyadhi, T. D. (2010). Buku Pintar Robotika. Yogyakarta: Andi.