

PENERAPAN MIKROKONTROLER, SENSOR PHOTODIODE DAN ULTRASONIC PADA PROTOTYPE PENGGANTI AIR OTOMATIS PADA AKUARIUM

Antony¹, Tony Darmanto², Genrawan Hoendarto³

¹²³Teknik Informatika STMIK Widya Dharma

e-mail: ¹antony.licious@gmail.com, ²tony.darmanto@yahoo.com, ³genrawan@yahoo.com

Abstract

The development of information technology has grown rapidly so as to make progress in various fields, one of which is in the field of electronics. With the development of the digital electronics, also produces a variety of ready-made hardware products consisting of microcontroller circuit. One other development of digital electronics is the development of sensor technology. By combining the microcontroller circuit with sensor technology, it is possible to design a device to automation-specific. Based on the above, the authors are encouraged to design a prototype that serves as a replacement tool automatically at the aquarium water using a microcontroller by combining technology and ultrasonic sensors photodiode. In order to help people to reduce interference, ease the workload and save time in doing a job.

Keywords : *Microcontroller, Photodiode Sensors, Ultrasonic, Automatic Water Substitute*

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah berkembang dengan pesat sehingga membuat perkembangan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah dalam bidang elektronika. Dengan adanya perkembangan elektronika digital tersebut, juga menghasilkan berbagai produk perangkat keras siap pakai yang terdiri dari rangkaian mikrokontroler. Salah satu perkembangan elektronika digital lainnya yaitu perkembangan teknologi sensor. Dengan menggabungkan antara rangkaian mikrokontroler dengan teknologi sensor, maka dimungkinkan untuk merancang suatu alat dengan otomatisasi yang bersifat spesifik. Berdasarkan uraian di atas, penulis terdorong untuk merancang suatu prototipe yang berfungsi sebagai alat pengganti air otomatis pada akuarium menggunakan mikrokontroler dengan menggabungkan teknologi sensor photodiode dan ultrasonic. Agar dapat membantu manusia untuk mengurangi campur tangan, meringankan beban kerja, dan menghemat waktu dalam melakukan suatu pekerjaan.

Kata Kunci : Mikrokontroler, Sensor Photodiode, Ultrasonic, Pengganti Air Otomatis

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan adanya perkembangan elektronika digital, juga menghasilkan berbagai produk perangkat keras siap pakai yang terdiri dari rangkaian mikrokontroler dan sensor. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang dapat ditulis dan dihapus dengan cara tertentu sedangkan sensor merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Rangkaian mikrokontroler dan sensor dapat digabungkan agar dapat membuat sebuah perangkat yang bersifat otomatisasi.

Pada kehidupan sehari-hari otomatisasi juga diperlukan, seperti halnya dalam memelihara hewan. Salah satu jenis hewan yang dapat dipelihara adalah ikan, khususnya ikan hias. Pada sebagian orang mengganti air pada akuarium juga dapat menjadi kesenangan agar dapat bermain dengan ikan, tetapi ada juga yang memiliki rutinitas yang cukup padat sehingga tidak memiliki waktu untuk mengganti air yang sudah menjadi keruh. Dengan menggabungkan antara rangkaian mikrokontroler dengan teknologi sensor, maka dimungkinkan untuk merancang suatu alat dengan otomatisasi yang bersifat spesifik seperti pada pembahasan Sistem Deteksi Asap Rokok Pada Ruang Bebas Asap Rokok Dengan Keluaran Suara yang rangkaianannya menggunakan mikrokontroler sebagai pemroses data *input*-an dan *output* berupa suara jika sensor mendeteksi adanya asap rokok.^[1]

Berdasarkan uraian di atas, penulis terdorong untuk merancang suatu prototipe yang berfungsi sebagai alat pengganti air otomatis pada akuarium menggunakan mikrokontroler dengan menggabungkan teknologi sensor *photodiode* dan *ultrasonic*, agar dapat membantu manusia dalam mengganti air pada akuarium.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian, Teknik Analisis, dan Perancangan Sistem

2.1.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan oleh penulis yaitu berupa desain penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan dengan cara menggambarkan komponen apa saja yang diperlukan untuk menyajikan prototipe kepada pengguna komputer. Dengan menggunakan bentuk rancangan penelitian ini, penulis dapat mengetahui apa yang menjadi kelebihan dan kekurangan dari prototipe yang dirancang.

2.1.2. Teknik Analisis Sistem

Teknik analisis data yang digunakan penulis untuk menggambarkan jalannya aliran data ke dalam sistem yaitu dengan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML)

2.1.3. Teknik Perancangan Sistem

Teknik perancangan sistem yang digunakan oleh penulis dalam perancangan sistem pada prototipe adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman BASCOM.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Sistem

Sistem dapat diartikan sebagai suatu kumpulan atau himpunan dari unsur atau variabel-variabel yang saling terorganisasi, saling berinteraksi, dan saling bergantung sama lain. ^[2] Sistem adalah sebuah tatanan yang terdiri atas sejumlah komponen fungsional (dengan tugas/fungsi khusus) yang saling berhubungan dan secara bersama-sama bertujuan untuk memenuhi suatu proses/pekerjaan tertentu. ^[3]

2.2.2. Otomatisasi

Otomatisasi adalah usaha untuk meningkatkan jumlah dan mutu hasil produksi dengan cara menggunakan mesin-mesin atau alat-alat yang lebih modern dan canggih. Hal ini dimaksudkan untuk menggantikan peran manusia dan mempermudah pekerjaan manusia. Misalnya, pemakaian komputer dalam industri sepatu. ^[4]

2.2.3. Elektronika

Elektronika adalah cabang ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan pengkajian dan perancangan piranti alat pengendali, komunikasi, dan komputer yang bekerja akibat adanya gerakan elektron dalam suatu rangkaian elektronik. ^[5] *Electronics is often used in industrial applications in counting, sorting, illumination control, welding control, liquid-gaseous flow control, automatically regulating temperature and humidity and in early warning system.* (Elektronik sering digunakan dalam aplikasi industri dalam menghitung, menyortir, kontrol pencahayaan, kontrol pengelasan, kontrol aliran cairan-gas, secara otomatis mengatur suhu dan kelembaban dan dalam sistem peringatan dini). ^[6]

2.2.4. Elektronika Digital

Elektronika digital merupakan salah satu bagian ilmu elektronika yang menggunakan basis logika sebagai dasar operasinya. Caranya dengan merepresentasikan nilai tegangan 5 volt untuk logika tinggi (*HIGH*) dan 0 volt untuk logika rendah (*LOW*). Untuk dapat mengetahui suatu nilai tegangan yang dihasilkan termasuk ke dalam logika *HIGH* atau *LOW*, dapat dibuat suatu rangkaian uji logika yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat mendeteksi nilai suatu tegangan, apakah termasuk ke dalam logika tegangan *HIGH* atau *LOW*. ^[7]

2.2.5. Rekayasa Perangkat Lunak

Proses pengembangan/rekayasa perangkat lunak sesungguhnya merupakan aktivitas-aktivitas yang diperlukan untuk menerjemahkan 'kebutuhan dan harapan pengguna' menjadi sebuah sistem perangkat lunak. ^[8] Rekayasa Perangkat Lunak atau Software Engineering adalah sebuah disiplin ilmu yang mencakup segala hal yang berhubungan dengan proses pengembangan perangkat lunak sejak dari tahap implementasi serta pasca implementasi sehingga siklus hidup perangkat lunak dapat berlangsung secara efisien dan terukur. ^[9]

2.2.6. Analisis dan Perancangan Sistem

Analisis sistem adalah penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya. ^[10] Analisis sistem didefinisikan sebagai bagaimana memahami dan menspesifikasi dengan detail apa yang harus dilakukan oleh sistem. ^[11] Perancangan sistem adalah proses pengembangan spesifikasi sistem baru berdasarkan hasil rekomendasi analisis sistem. ^[12] Tujuan rancangan sistem adalah menggambarkan sistem yang baru sebagai sebuah kumpulan modul atau sub sistem. ^[13] Piranti keluaran (alat output) dirancang untuk memudahkan pengguna membaca atau melihat hasil yang dikerjakan oleh mesin tersebut. ^[14] Perancangan *output* merupakan perancangan yang berkaitan dengan informasi hasil pengolahan data. ^[15]

2.2.7. Mikrokontroler

A microcontroller is just a small computer designed for embedded applications, like controlling devices, machines, appliances, and toys. (Mikrokontroler adalah hanya sebuah komputer kecil yang dirancang untuk aplikasi *embedded*, seperti mengontrol perangkat, mesin, peralatan, dan mainan). ^[16] Mikrokontroler

adalah sebuah sistem komputer yang dibangun pada sebuah keping (*chip*) tunggal. Jadi, hanya dengan sebuah keping IC saja dapat dibuat sebuah sistem komputer yang dapat dipergunakan untuk mengontrol alat. ^[17]

2.2.8. Proteus

As one product of Labcenter Electronics company the Proteus which is becoming more and more popular is a simulation platform of analog circuit, digital circuit, microprocessor with which we can do the whole design of system including design, analysis, simulation of hardware, microcontroller code debugging, system's testing and design of PCB. (Proteus sebagai salah satu produk dari perusahaan Labcenter Electronics yang menjadi semakin populer adalah platform simulasi rangkaian analog, rangkaian digital, *microprocessor* yang dengannya kita dapat melakukan keseluruhan desain sistem termasuk desain, analisis, simulasi *hardware*, kode *debugging* mikrokontroler, pengujian sistem dan desain PCB). ^[18] *Proteus is a circuit analysis and physical simulation software launch by British Lab Center Company, which run on Windows platform and is made up mainly by the ISIS and ARES. Isis's main function is to schematic design and simulation, while ARES is mainly used for printed circuit board design.* (Proteus adalah perangkat lunak penganalisis sirkuit dan simulasi fisik yang dikeluarkan oleh perusahaan British Lab Center, yang berjalan pada platform Windows dan terdiri dari ISIS dan ARES. Fungsi utama Isis adalah untuk desain skema dan simulasi, sedangkan fungsi utama ARES adalah untuk mendesain papan rangkaian tercetak). ^[19]

2.2.9. Photodiode

The purpose of a photodiode is to convert light into electric current or voltage, in contrast to another more familiar optoelectronic device, the light-emitting-diode (LED), which convert electric power into light. (Tujuan dari fotodiode adalah untuk mengkonversi cahaya menjadi arus listrik atau tegangan, berbeda dengan yang lain perangkat elektronik lebih akrab, cahaya-emisi-dioda (*LED*), yang mengubah tenaga listrik menjadi cahaya). ^[20] *The photodiode can switch in a few nanoseconds and respond linearly to input levels over nine orders of magnitude.* (Fotodiode dapat beralih dalam beberapa nanodetik dan menanggapi secara linear ke tingkat masukan lebih dari sembilan kali lipat). ^[21]

2.2.10. Sensor Ultrasonic

The ultrasonic sensor can be used for detecting and avoiding objects. (Sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mendeteksi dan menghindari benda-benda). ^[22] *Ultrasonic sensor is mainly used for measuring distance by using its features of emitting short high frequency pulse for a certain period of time and being transmitted with speed of light in an atmosphere.* (Sensor ultrasonik ini terutama digunakan untuk mengukur jarak dengan menggunakan fitur-fiturnya memancarkan pulsa frekuensi tinggi pendek untuk jangka waktu tertentu dan ditransmisikan dengan kecepatan cahaya dalam atmosfer). ^[23]

2.2.11. Led Infra Merah

Cahaya *LED* infra merah tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Gunakan kamera digital atau kamera handphone untuk mengetahui *LED* infra merah telah menyala atau belum. ^[24] *Infrared light-emitting diodes (IR LEDs) are commonly used in remote-control devices to send secret (well, okay, invisible) messages to other electronic devices, such as your TV or DVD player.* (Infra merah dioda pemancar cahaya (*LED IR*) yang umum digunakan dalam perangkat remote control untuk mengirim rahasia (baik, oke, tak terlihat) pesan ke perangkat elektronik lainnya, seperti TV atau DVD player). ^[25]

2.2.12. Pengertian UML

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa grafis umum yang sangat fleksibel dan mudah disesuaikan untuk pemodelan *software* berorientasi objek dan memungkinkan kita untuk membuat metodologi yang menggambarkan kegiatan sistem, objek, relasi *database*, dan lain-lain. ^[26] *UML (Unified Model Language)* adalah bahasa permodelan untuk sistem atau perangkat lunak yang berparadigma berorientasi objek. Pemodelan (*modeling*) sesungguhnya digunakan untuk penyederhanaan permasalahan-permasalahan yang kompleks sedemikian rupa sehingga lebih mudah dipelajari dan dipahami. ^[27]

2.2.13. BASCOM

Bascom ist ein echter und sehr effizienter compiler und nicht etwa ein interpreter. (Bascom adalah sebuah kompilator yang sangat efisien dan tidak memerlukan sebuah penerjemah). ^[28]

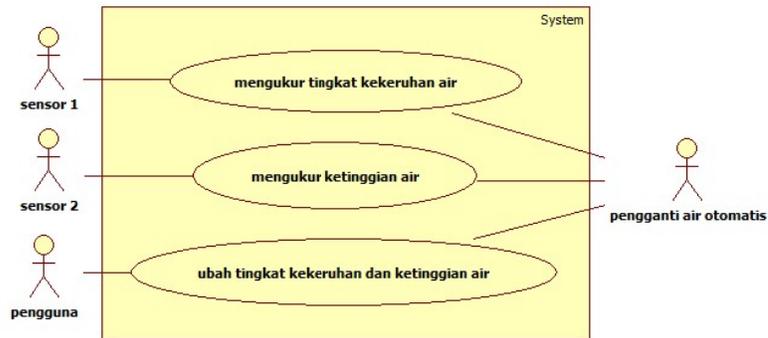
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kerja Sistem

Use Case adalah sebuah diagram yang terdiri dari berbagai komponen yang menggambarkan alur sistem secara umum dan mendeskripsikan bagaimana pengguna dapat berinteraksi dalam sistem. Interaksi ini dibentuk dalam komponen seperti sistem (*use case*) dan pengguna (*actor*).

Use Case pada prototipe ini berupa :

- a. Sensor 1 akan mengukur tingkat kekeruhan air pada akuarium.
- b. Sensor 2 akan mengukur tingkat ketinggian air pada akuarium.
- c. Pengguna dapat mengubah tingkat kekeruhan dan ketinggian air pada akuarium.
- d. Ketika sistem mendeteksi tingkat kekeruhan dan ketinggian air mencapai batas yang telah ditentukan, maka pengganti air otomatis akan bekerja.



Gambar 1. Use Case Diagram

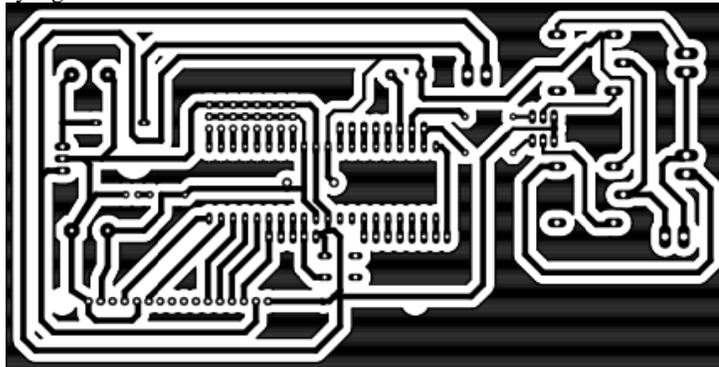
3.2. Analisis dan Perancangan Program

Untuk dapat bekerja sesuai yang diharapkan, perangkat keras memerlukan suatu perintah yang dijalankan oleh mikrokontroler. Perintah tersebut berupa kode mesin yang sesuai dengan mikrokontroler yang disebut program. Program terdiri dari *source code* yang berisi sekumpulan instruksi yang berfungsi untuk mengendalikan mikrokontroler. Untuk merancang program pada sistem pengganti air otomatis pada akuarium, penulis menggunakan mikrokontroler Atmega16 yang telah ditanamkan ke dalam PCB. Sedangkan untuk memasukkan program pada mikrokontroler, penulis menggunakan software Bascom AVR untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner. Sedangkan untuk meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler penulis menggunakan aplikasi Sinaprogram.

3.3. Perancangan Perangkat Keras

3.3.1. Layout Rangkaian PCB

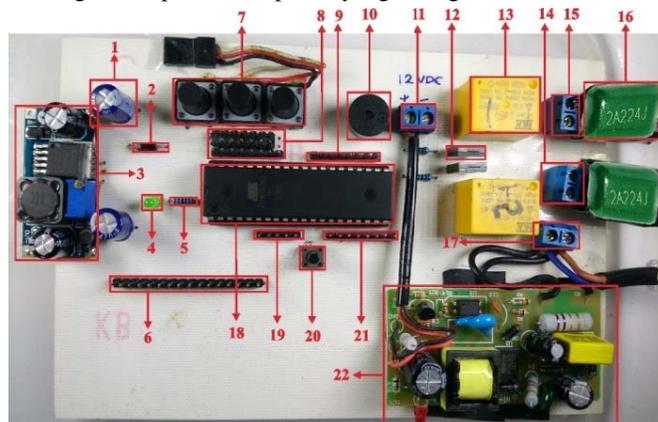
PCB merupakan komponen yang berfungsi sebagai jalur rangkaian yang akan mengkoneksikan antar komponen-komponen perangkat yang dibutuhkan.



Gambar 2. Jalur Rangkaian PCB

3.3.2. Keterangan Komponen Rangkaian PCB

Berikut ini merupakan keterangan komponen-komponen yang dirangkai di dalam PCB.



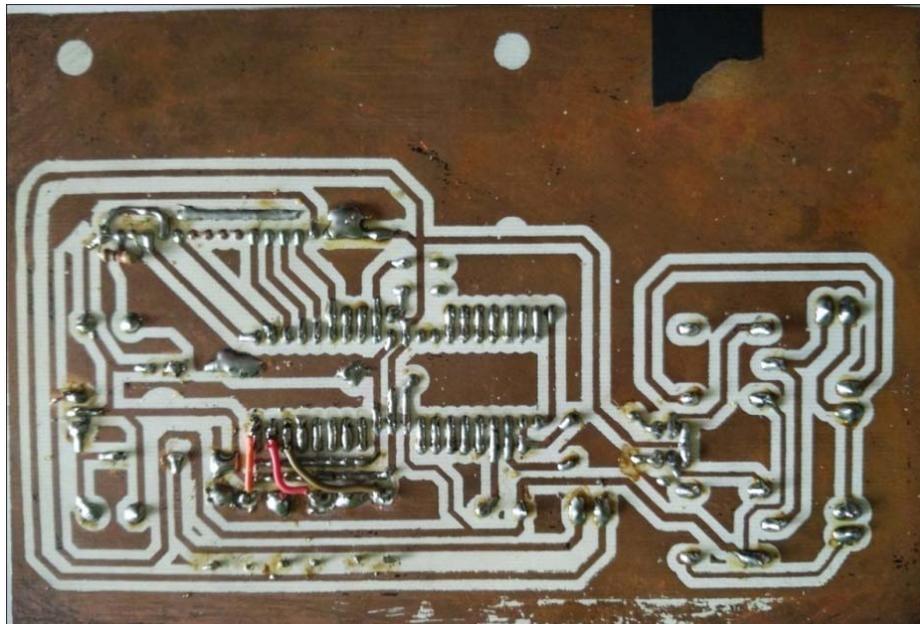
Gambar 3. Keterangan Komponen Rangkaian PCB

Tabel 1. Keterangan Komponen Rangkaian PCB

No	Nama Perangkat	Keterangan
1	Kapasitor	Filter tegangan listrik
2	Diode	Pengaman arus listrik
3	Modul Regulator	Penurun tegangan
4	LED Hijau	Indikator
5	Resistor	Mengurangi arus atau hambatan
6	Pin LCD	Pin pemasangan LCD 2x16
7	Push Button Menu	Mengubah settingan
8	Pin Port A	Pin untuk pemasangan sensor
9	Pin Port C	Pin untuk pemasangan push button menu
10	Buzzer	Speaker
11	Terminal Pin	Soket konektor 12v untuk module adaptor
12	Transistor BD139	Menggerakkan kontaktor relay
13	Kontaktor Relay	Saklar elektronik untuk menghidup dan mematikan pompa atau memutuskan tegangan 220VAC
14	Terminal Pin	Soket konektor 12v untuk pompa air 1
15	Terminal Pin	Soket konektor 12v untuk pompa air 2
16	Kapasitor Milar	Meredam arus kejut saat pertama nyalakan atau matikan pompa.
17	Terminal Pin	Soket konektor 12v untuk colokan ke sumber listrik
18	Mikrokontroler ATmega16	Prosesor Perangkat
19	Pin Port B	Untuk melakukan koneksi antara komputer dengan mikrokontroler
20	Push Button Reset	Menjalankan ulang/restart mikrokontroler
21	Pin Port D	Pin standby
22	Module Adaptor	Mengubah tegangan 220VAC menjadi 12VDC

3.3.3. Rangkaian PCB Tampil Belakang

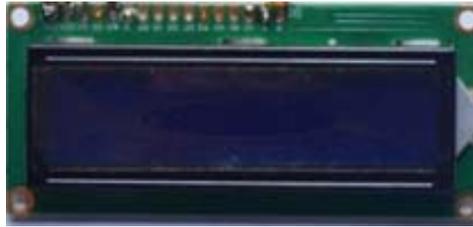
Gambar berikut merupakan tampilan belakang pada PCB yang telah dipasangkan dengan komponen elektronika.



Gambar 4. Rangkaian PCB Tampil Belakang

3.3.4. Rangkaian LCD

Rangkaian LCD ini digunakan oleh penulis untuk menampilkan informasi berupa tingkat kekeruhan dan ketinggian air pada akuarium.



Gambar 5. Rangkaian LCD

3.3.5. Rangkaian Sensor Ultrasonic

Penulis menggunakan sensor *ultrasonic* untuk mengukur ketinggian air pada akuarium.



Gambar 6. Rangkaian Sensor Ultrasonic

3.3.6. Rangkaian Sensor Photodiode

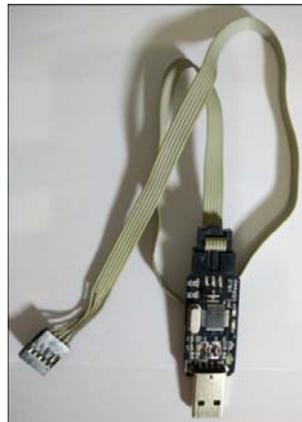
Untuk mengukur tingkat kekeruhan pada air, penulis menggunakan sensor *photodiode*. Tingkat kekeruhan didapat berdasarkan cahaya yang diterima oleh sensor *photodiode*.



Gambar 7. Rangkaian Sensor Photodiode

3.3.7. Rangkaian Universal Serial Bus (USB)

Untuk dapat meng-*upload coding* ke dalam mikrokontroler, penulis menggunakan rangkaian *Universal Serial Bus (USB)*.



Gambar 8. Rangkaian Universal Serial Bus (USB)

3.3.8. Rangkaian Pompa Air

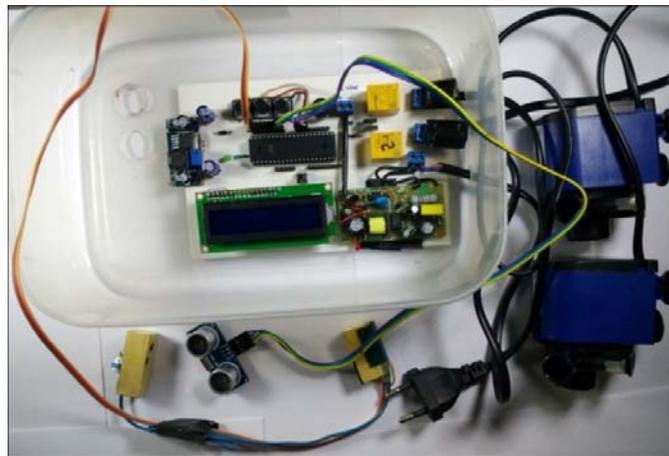
Untuk menguras dan mengisi air pada akuarium, penulis menggunakan rangkaian pompa air.



Gambar 9. Rangkaian Pompa Air

3.3.9. Gambaran Keseluruhan Rangkaian Prototipe

Berikut ini merupakan gambar seluruh rangkaian prototipe yang telah dipasangkan dengan komponen-komponen yang dibutuhkan, sehingga prototipe dapat berjalan.



Gambar 10. Gambaran Keseluruhan Rangkaian Prototipe

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya mengenai prototipe yang dirancang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Prototipe pengganti air otomatis pada akuarium yang dirancang dapat diimplementasikan untuk membantu pekerjaan manusia dalam mengganti air pada akuarium secara otomatis.
- Jika menggunakan akuarium yang berbeda ukuran maka batas ketinggian maksimal air harus diatur melalui coding.
- Penggunaan *push button menu* membuat perangkat lebih fleksibel, karena pengaturan tingkat kekeruhan dan ketinggian air dapat disesuaikan oleh pengguna.
- Dengan adanya proses yang disimpan dalam memori EEPROM, maka proses dapat dilanjutkan kembali saat mikrokontroler mengalami *restart* atau pada saat terjadi pemutusan arus listrik.
- Tingkat kekeruhan yang dihasilkan oleh sensor *photodiode* dapat berubah akibat adanya pengaruh cahaya dari luar dan jarak pemasangan sensor *photodiode* terhadap LED Infra Merah.
- Sensor *ultrasonic* tidak dapat menembus benda cair dan padat, gelombang yang dihasilkan akan dipantulkan kembali ke sensor *ultrasonic* kemudian nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung ketinggian air pada akuarium.

5. SARAN

Setelah dilakukan analisis dan pengujian terhadap prototipe dan sistem yang dirancang, masih ditemukan beberapa kelemahan. Oleh karena itu, ada beberapa saran yang diberikan untuk pengembangan selanjutnya.

- a. Rangkaian dapat ditambahkan beberapa sensor jika ingin mendapatkan kondisi air yang lebih baik seperti sensor yang dapat mendeteksi PH air.
- b. Perlu adanya pompa air khusus yang digunakan untuk mengurus air, karena pompa air yang digunakan belum mampu untuk mengurus air akuarium pada batas bawah yang ditentukan.
- c. Sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan masih dapat terpengaruh oleh cahaya dari luar, sehingga untuk pengembangan selanjutnya dibutuhkan sensor yang tidak terpengaruh oleh cahaya dari luar.
- d. Akuarium yang dipakai harus memiliki bagian khusus agar dapat dipasangkan dengan sensor *photodiode* dan *ultrasonic*.
- e. Untuk pengembangan selanjutnya, prototipe tidak hanya sebagai pengganti air otomatis melainkan dapat sebagai pengatur suhu air dan pencahayaan pada akuarium secara otomatis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada civitas akademika STMIK Widya Dharma atas segala dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, Fajri Septia, dan Farhan, M. (2013) “Sistem Deteksi Asap Rokok Pada Ruangan Bebas Asap Rokok Dengan Keluaran Suara” Jurnal STMIK MDP. hal : 5.
- [2] Al Fatta, Hanif. (2007). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan dan Organisasi Modern*. Edisi 1. Andi. Yogyakarta.
- [3] Kusriani. (2007). *Strategi Perancangan dan Pengelolaan Basis Data*. Andi. Yogyakarta.
- [4] Waluyo, et al. (2008). *Ilmu Pengetahuan Sosial*. Grasindo. Jakarta.
- [5] Umar, Efrizon. (2008). *Buku Pintar Fisika*. Media Pusindo. Jakarta.
- [6] Kal, Santiram. (2009). *Basic Electronics: Devices, Circuits And IT Fundamentals*. PHI Learning Pvt.
- [7] Sugianto. (2007). *Desain Rangkaian Elektronika dan Layout PCB dengan Protel 99 SE*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- [8] Nugroho, Adi. (2010). *Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Objek dengan Metode USDP*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [9] Rizky, Soetam. (2011). *Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak*. Prestasi Pustaka.
- [10] Jogiyanto, HM. (2009). *Analisis & Desain Sistem Informasi : Pendekatan Terstruktur, Teori dan Praktik Aplikasi Bisnis*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [11] Al Fatta, Hanif. (2007). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan dan Organisasi Modern*. Edisi 1. Andi. Yogyakarta.
- [12] Kusriani, dan Andri Koniyo. (2007). *Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic dan Microsoft SQL Server*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [13] Gaol, Jimmy. (2008). *Sistem Informasi Manajemen Pemahaman dan Aplikasi*. Grasindo. Jakarta.
- [14] Zakaria, Teddy Marcus, dan Agus Prijono. (2007). *Perancangan Antarmuka untuk Interaksi Manusia dan Komputer*. Informatika. Bandung.
- [15] Kusriani, dan Andri Koniyo. (2007). *Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic dan Microsoft SQL Server*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [16] Melgar, Enrique Ramos., and Ciriaco Castro Díez with Przemek Jaworski. (2012). *Arduino and Kinect Projects*. Apress. New York.

-
- [17] Malik, Moh. Ibnu, dan Mohammad Unggul Juwana. (2009). *Aneka Proyek Mikrokontroler PIC16F84A*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- [18] Shen, Gang, dan Xiong Huang. (2011). *Advanced Research on Electronic Commerce, Web Application, and Communication*. Scientific Publishing Services. India.
- [19] Zhang, Tianbiao. (2012). *Instrumentation, Measurement, Circuits and System*. Scientific Publishing Services. India.
- [20] Sun, Yongke, et al. (2009). *Strain Effect in Semiconductors: Theory and Device Applications*. Springer Science & Business Media. New York.
- [21] Birtalan, Dave, dan William Nunley. (2009). *Optoelectronics: Infrared-Visible-Ultraviolet Devices and Applications, Second Edition*. CRC Press. United States.
- [22] Bishop, Owen. (2008). *Programming Lego Mindstorms NXT*. Syngress Publishing, Inc. Rockland.
- [23] Park, James J. Jong Hyuk, et al. (2015). *Advanced Multimedia and Ubiquitous Engineering: Future Information Technology*. Springer. New York.
- [24] Winarno, dan Deni Arifianto. (2011). *Bikin Robot Itu Gampang*. Kawan Pustaka. Jakarta.
- [25] Shamieh, Cathleen, dan Gordon McComb. (2009). *Electronics For Dummies*. Wiley Publishing, Inc. Amerika Serikat.
- [26] Duc, Bui Minh. (2007). *Real-Time Object Uniform Design Methodology With UML*. Springer, Netherland.
- [27] Nugroho, Adi. (2010). *Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Objek dengan Metode USDP*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [28] Walter, Roland. (2009). *AVR Microcontroller Lehrbuch, Einfuhrung in die welt der AVR-RISC-Mikrocontroller am Beispiel des ATmega8*. Denkholtz Buchmanufaktur Berlin. Germany.