

RANCANG BANGUN SISTEM SIRKULASI AIR PADA AKUARIUM/BAK IKAN AIR TAWAR BERDASARKAN KEKERUHAN AIR SECARA OTOMATIS

Robinson A. Wadu¹, Yustinus S. Bungin Ada², Indranata U. Panggalo³

Abstrak :

Penggunaan air untuk ikan hias di akuarium, harus selalu dijaga tingkat kekeruhan airnya, dampak air yang keruh dapat menyebabkan terganggunya perkembangan fisik ikan tersebut bahkan kematian. Hal yang sama juga pada budidaya ikan air tawar, dimana pada jenis ikan tertentu harus dijaga tingkat kekeruhannya agar tidak mempengaruhi kehidupan dari ikan tersebut. Oleh karena itu perlu dibangun sebuah sistem yang mampu mendeteksi kekeruhan air pada bak penampungan air atau akuarium ikan air tawar secara otomatis. Sistem yang dibangun ini menggunakan sensor turbidity untuk mendeteksi kekeruhan air. Sedangkan pemrosesan dan kontrolnya menggunakan ATmega328 (arduino uno) dan ATmega2560 (arduino mega) karena bak penampungan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua buah sehingga pengontrolannya dilakukan oleh 2 sistem yang berbeda. Tiap level kekeruhan air akan dikirim ke user menggunakan SMS oleh GSM Modul SIM900. Jika air pada bak penampungan sudah mengalami kekeruhan pada level yang telah ditentukan, maka sistem akan menguras bak dan memasukkan air bersih secara otomatis. Komunikasi data antara sistem menggunakan Zigbee, baru selanjutnya dikirim ke user menggunakan SMS. Prinsip kerja Sensor turbidity bahwa semakin kecil tegangan output sensor maka kekeruhan air semakin meningkat. Level kekeruhan air dalam penelitian ini, penulis bagi dalam tiga level. Berdasarkan hasil pengujian sistem, sensor turbidity sangat baik dalam mendeteksi tiap perubahan kekeruhan air, begitupun sensor ultrasonic mampu mendeteksi batas-batas ketinggian air dalam proses pengurasan dan pemasukan air dalam bak. Zigbee mampu mengirimkan data dengan baik sampai pada jarak 150 meter dan Modul SIM sangat baik dalam pengiriman maupun penerimaan data dari/ ke *handphone*.

Kata Kunci : Kekeruhan air, Sensor Turbidity, Sensor ultrasonic, GSM Modul-SIM900, Arduino Mega, Arduino Uno, Zigbee.

PENDAHULUAN

Pada saat ini makin banyak orang gemar memelihara ikan air tawar, baik itu sebagai ikan hias maupun untuk tujuan dikonsumsi. Hal ini dapat dilihat dengan makin banyak toko-toko yang menjual bibit ikan air tawar maupun pakannya, termasuk sering diadakannya lomba-lomba ikan hias. Dengan demikian sistem budi daya ikan air tawar semakin berkembang,

khususnya yang menggunakan kolam buatan (bak penampung).

Penggunaan air untuk ikan hias di akuarium, harus selalu dijaga tingkat kekeruhan airnya, dampak air yang keruh dapat menyebabkan terganggunya perkembangan fisik ikan tersebut bahkan kematian. Hal yang sama juga pada budidaya ikan air tawar, dimana pada jenis ikan tertentu harus dijaga tingkat kekeruhannya agar

tetap jernih. Proses penggantian air pada akuarium ataupun bak/kolam budidaya ikan, masih dilakukan secara manual baik itu pemantauan kekeruhan air maupun penggantian air dan sering kali mengalami keterlambatan sehingga terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

Bertolak dari latar belakang diatas, maka penulis ingin merancang sebuah sistem yang dapat memantau kekeruhan air bahkan mengatur penggantian air kolam secara otomatis. Sistem ini dapat diimplementasikan pada akuarium maupun bak/kolam budidaya ikan air tawar. Untuk membuat sistem otomatisasi ini, penulis menggunakan sensor *turbidity* sebagai pemantau kekeruhan air dan sensor *ultrasonic* untuk mengukur level ketinggian air. Sedangkan untuk pemrosesan data menggunakan mikrokontroler dari jenis ATmega328 dan ATmega2560.

Tiap level kekeruhan air akan ditampilkan pada layar LCD dan juga dikirim ke user (pemilik). Pada skala level tertentu yang menjadi batas kekeruhannya, selain informasi akan dikirim secara otomatis menggunakan pesan singkat ke pemilik sebagai pemberitahuan, sistem juga akan melakukan penggantian air pada bak secara otomatis.

KAJIAN TEORI

Kekeruhan Air

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang *tersuspensi* sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Pengeruhan terjadi disebabkan pada dasarnya oleh adanya zat-zat kolloid yaitu zat yang terapung serta terurai secara halus sekali. Hal ini disebabkan pula oleh kehadiran zat organik yang terurai secara halus, jasad-jasad renik, lumpur, tanah liat, dan zat kolloid yang serupa atau benda terapung yang tidak mengendap dengan segera. Pengeruhan atau tingkat kelainan adalah sifat fisik yang lain dan unik dari pada limbah dan meskipun penentuannya bukanlah merupakan ukuran mengenai jumlah benda-benda yang terapung, Kekeruhan adalah jumlah dari butir-butir zat

yang tergenang dalam air. Makin tinggi kekuatan dari sinar yang tersebar, makin tinggi kekeruhannya. Bahan yang menyebabkan air menjadi keruh termasuk:

- a. Tanah Liat
- b. Endapan (lumpur)
- c. Zat organik dan bukan organik yang terbagi dalam butir-butir halus
- d. Campuran warna organik yang terlarut
- e. Plankton
- f. Jasad Renik (mahluk hidup yang sangat kecil)

Sensor Turbidity

Sensor ini merupakan salah satu alat untuk mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat optik air akibat disperse sinar dan dapat dinyatakan sebagai perbandingan cahaya yang dipantulkan terhadap cahaya yang tiba. Intensitas cahaya yang dipantulkan oleh suatu suspensi adalah fungsi konsentrasi jika kondisi-kondisi lainnya konstan. Kekeruhan adalah suatu keadaan mendung atau kekaburan dari cairan yang disebabkan oleh partikel individu (*suspended solids*) yang umumnya tidak terlihat oleh mata telanjang, mirip dengan asap di udara. Semakin banyak partikel dalam air menunjukkan tingkat kekeruhan air juga tinggi. Pada sensor turbidity, bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan dari tegangan output sensor.



Gambar 1. Sensor Turbidity

Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.

Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz hingga 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut ter-hadap polaritas tegangan yang diberikan, dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara dan pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.

Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian *Tx* sampai diterima oleh rangkaian *Rx*, dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya.



Gambar 2. Sensor Ultrasonic

Arduino Uno dan Mega

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset.

Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial.



Gambar 3. Arduino Uno

Sedangkan Arduino Mega2560 berbasiskan mikrokontroler ATmega2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer

melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial.



Gambar 4. Arduino Mega

Modul GSM- SIM900

Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa *AT command* melalui RS232 sebagai komponen penghubung (*communication links*).

Fungsi Modul GSM adalah peralatan yang menghubungkan antara mikrokontroler dengan jaringan GSM dalam suatu aplikasi nirkabel. Dengan adanya sebuah modul GSM maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses.



Gambar 5. Modul GSM - SIM900

Zigbee

Zigbee merupakan padanan kata *Zig* dan *Bee*. *Zig* berarti gerakan zig-zag dan *Bee* berarti lebah. *Zigbee* memiliki sifat komunikasi yang mirip dengan komunikasi diantara lebah yang melakukan gerakan-gerakan tidak menentu dalam menyampaikan informasi adanya madu ke lebah yang satu ke lebah yang lainnya. Spesifikasi *Zigbee* adalah untuk protokol komunikasi tingkat tinggi yang menggunakan radio digital yang kecil dan berdaya kecil. ZigBee mengacu pada standard IEEE 802.15.4 (2003) yang berhubungan dengan *wireless personal area networks (WPANs)*. Contoh WPANs antara lain *wireless headphones* yang terhubung dengan telepon genggam melalui radio jarak dekat. Teknologi yang memenuhi spesifikasi ZigBee dimaksudkan untuk membuat lebih simpel dan tidak lebih mahal dari WPANs lain, seperti *Bluetooth*. *Zigbee* difokuskan pada penggunaan *radio frequency* yang membutuhkan kecepatan transfer rendah, hemat daya, dan jaringan yang aman. Contoh penggunaan Zigbee antara lain: sistem penerangan cerdas, kontrol suhu dan keamanan, monitoring energi, penerangan dan kontrol akses, kontrol proses, manajemen aset, manajemen energi.

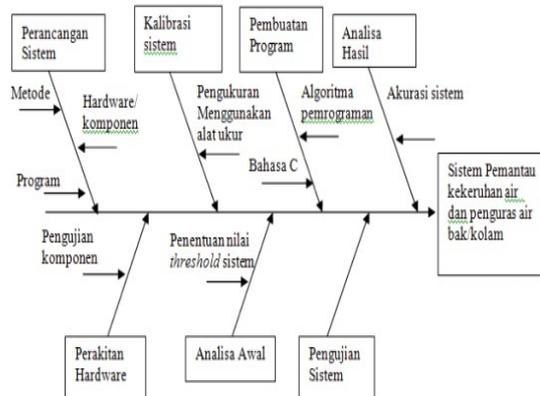


Gambar 6. Xbee Seri 2 Wire Antenna

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian pengembangan atau *research and development* (R&D). Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2011).

Pembuatan sistem pemantau kekeruhan dan penguras bak/kolam ini akan terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan tersebut adalah perancangan sistem, perakitan hardware, kalibrasi sistem dengan alat ukur, analisa awal, pembuatan program utama, pengujian sistem, analisa hasil. Tahapan-tahapan implementasi tersebut dapat digambarkan pada diagram *fishbone* dibawah ini.



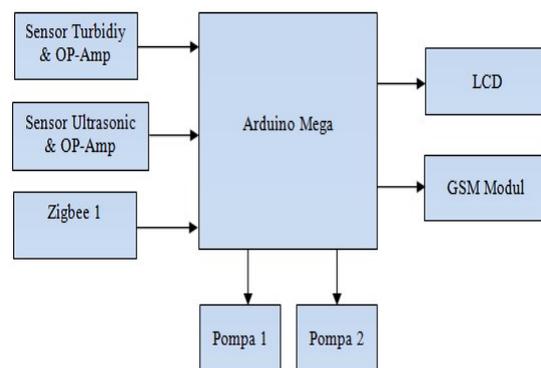
Gambar 7. Fishbone Diagram Implementasi Penelitian

Deskripsi Sistem

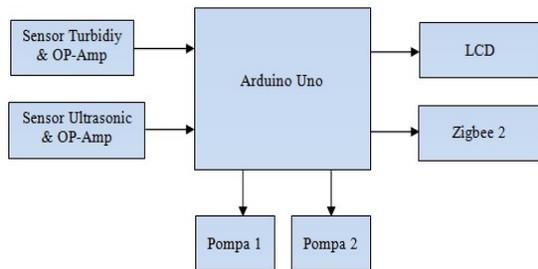
Akuarium/bak penampungan air yang digunakan terdiri dari 2 buah dengan sistemnya masing-masing tapi saling berkomunikasi. Perubahan kecerahan air akan terdeteksi oleh sensor turbidity. Level kekeruhan air, penulis bagi dalam 3 level. Setiap perubahan pada level tertentu akan ditampilkan pada layar LCD dan juga dikirim ke user melalui pesan SMS (*Short Message service*) kepada pemilik kolam/bak tersebut. Disamping itu pada level yang telah ditentukan, sistem akan menguras air atau memompa air keluar dari dalam bak. Lamanya pompa bekerja bergantung dari skala ketinggian air yang terbaca oleh sensor ultrasonic (pengukur level ketinggian air).

Fungsi dari pemasangan sensor ini agar pengurasan air tidak sampai habis didalam bak karena dapat menyebabkan ikan mati. Begitupun sebaliknya proses pemompaan air bersih kedalam bak, batas ketinggian air akan ditentukan oleh sensor ultrasonic, sehingga tidak terjadi tumpahan air karena melebihi batas bak penampungan.

Zigbee pada system 1 sebagai media perantara dimana menerima data/informasi tentang kondisi air pada system 2 yang selanjutnya akan dikirim ke user melalui GSM Modul.



Gambar 8. Diagram Hubungan Antara Perangkat Keras Sistem 1

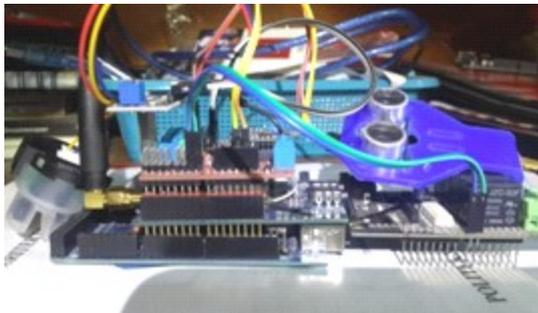


Gambar 9. Diagram Hubungan Antara Perangkat Keras Sistem 2

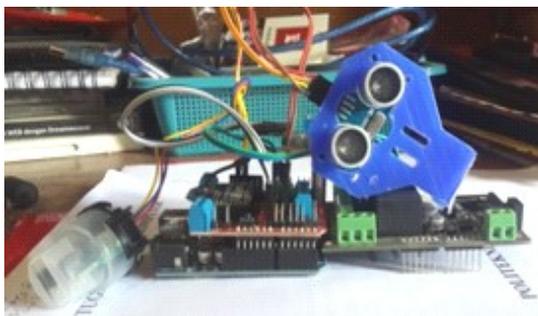
Perakitan Perangkat Keras

Seperti yang telah dijelaskan diatas bahwa system ini dibagi dalam 2 kelompok yang masing bekerja sendiri tapi saling berkomunikasi. Gambar dibawah merupakan gabungan antar modul-modul perangkat kerasnya.

- System 1 terdiri Arduino mega, sensor turbidity, sensor ultrasonic, zigbee, GSM-SIM900, relay dan 2 buah pompa air.
- System 2 terdiri Arduino Uno, sensor turbidity, sensor ultrasonic, zigbee, relay dan 2 buah pompa air.



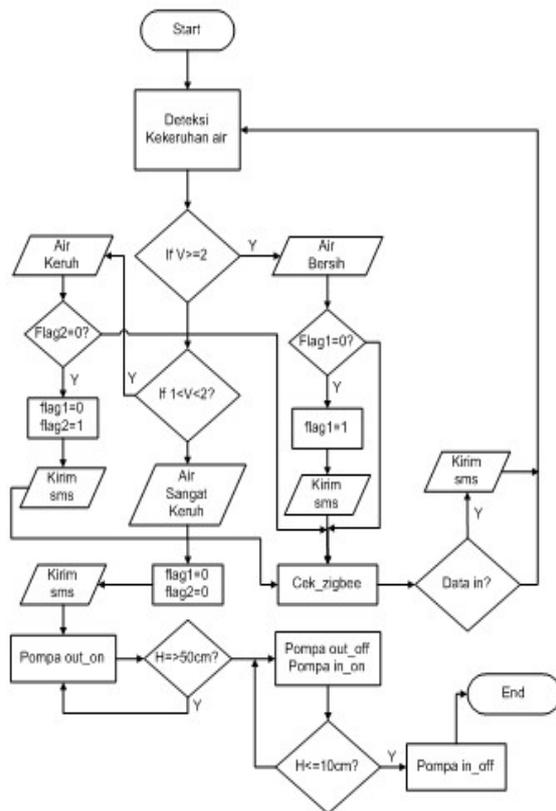
Gambar 10. Perangkat Keras Sistem 1



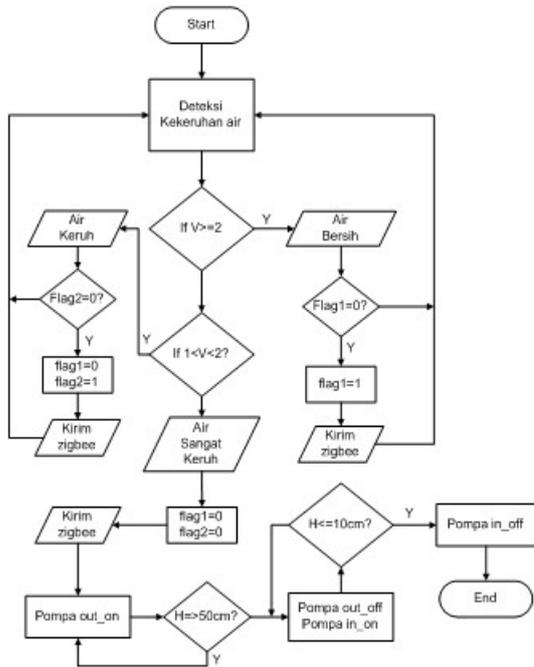
Gambar 11. Perangkat Keras Sistem 2

Pemrograman Perangkat Lunak

Lazimnya dalam pengembangan sebuah perangkat lunak maka sebelumnya diperlukan sebuah kerangka berpikir dari program tersebut. Kerangka tersebut dijabarkan dalam sebuah *flowchart*. Dengan adanya *flowchart* ini akan mempermudah memikirkan seorang programmer untuk melakukan pembuatan *software*. Sama halnya pada perakitan perangkat keras, karena terdiri dari 2 sistem maka pemrograman ini juga dibuat untuk 2 sistem karena ada perbedaan perangkat keras yang terkoneksi dengan sistem.



Gambar 12. Flowchart Program Sistem 1



Gambar 13. Flowchart Program Sistem 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deteksi Kekeruhan Air

Sebelum pembuatan aplikasi untuk pendeteksian kekeruhan air, maka langkah yang dilakukan adalah pengambilan sampel beberapa tingkat kekeruhan air dimana tingkat kekeruhan tersebut dilihat dari besarnya tegangan output dari sensor turbidity. Dalam penelitian ini, penulis membagi level kekeruhan air menjadi tiga level.

Tabel 1. Kekeruhan Air Beserta Tegangan Output Sensor

Level	Pengujian Tegangan (Volt)										Rata-Rata (Volt)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Level 1 (Air Bersih)	2,03	2,03	2,03	2,03	2,02	2,03	2,03	2,03	2,03	2,02	2,028
Level 2 (Air Keruh)	1,56	1,63	1,65	1,67	1,64	1,63	1,58	1,62	1,61	1,68	1,627
Level 3 (Sangat Keruh)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,63

Berdasarkan tabel tersebut dapat diambil hipotesa awal hubungan antara kekeruhan air dengan tegangan output dari sensor. Dimana semakin kecil tegangan output, menunjukkan air tersebut mengalami peningkatan kekeruhan.

Tegangan diatas akan digunakan sebagai referensi dalam menentukan *threshol* dalam penentuan level kekeruhan air, yaitu:

Tegangan >2 Volt → Air Bersih

Tegangan >1 Volt dan < 2 Volt → Air Keruh

Tegangan < 1 Volt → Sangat Keruh

Dengan melakukan pengujian secara terpisah, sensor mampu mendeteksi dengan baik tiap level kekeruhan air tersebut. Gambar dibawah merupakan hasil pengujian terhadap salah satu level kekeruhan.



Gambar 14. Level 2 Air Keruh

Deteksi Ketinggian Air

Deteksi ketinggian air dalam penelitian ini, berfungsi untuk pengontrolan terhadap pengurusan bak./akuarium secara otomatis apabila air telah memasuki level keruh atau sangat keruh, maupun proses memasukan kembali air bersih dari penampungan.

Dalam pengujian ini, penulis menggunakan akuarium dengan ketinggian penampungan 60 cm. Sehingga dalam pengaturan batas bawah adalah (jarak dari sensor) ± 50 cm dan batas atas memasukan air ± 10 cm.

Dibawah ini merupakan tabel akurasi hasil pengujian terhadap sensor jarak pada jarak 10 cm dan 50 cm yang dilakukan secara terpisah (tidak pada akuarium).

Tabel 2. Hasil pengujian Sensor Ping Pada Jarak 10 cm dan 50 cm

NO.	Jarak Real	Pengujian ke-					Rata-rata	Error
		1	2	3	4	5		
1.	10 cm	10	10	10	10	10	10	0%
2.	50 cm	50,1	50	50,2	50,1	50	50,08	0,16%

Hasil pengujian pada jarak 10 cm, hasil pembacaan sensor sama dengan kenyataan. Akan tetapi pada jarak 50 cm, pengukuran mengalami error + 0,16%, error tersebut tidak menjadi masalah karena masih dalam batas toleransi.

Pengiriman Data Menggunakan Wireless

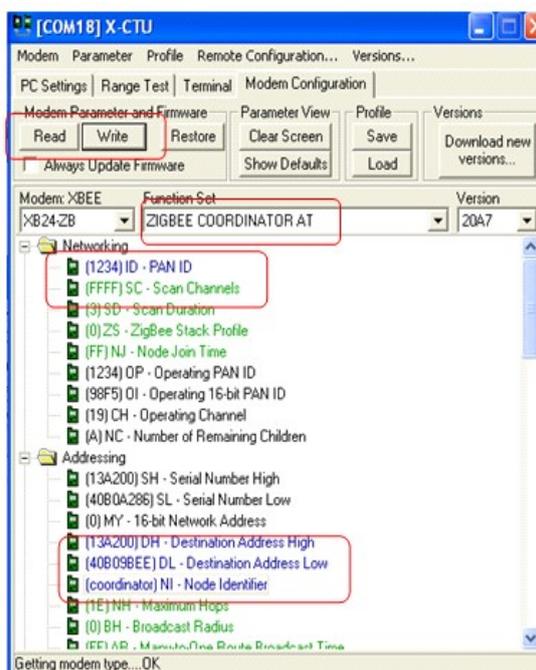
Media pengiriman data yang digunakan dalam penelitian ini secara *wireless* antara system 2 ke system 1 yaitu menggunakan zigbee yang berbasiskan *protocol IEEE 802.15.4*. Zigbee yang digunakan disini merupakan produk dari *digi* yaitu *Xbee seri 2* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Xbee yang digunakan terdiri dari dua buah, sehingga komunikasinya secara *point to point*, yaitu sebagai pengirim di perangkat mikrokontroler (*end devicenode*) dan sebagai penerima di komputer (*coordinator node*)

Proses konfigurasi/setting *address* dapat dilakukan menggunakan 2 cara yaitu: menggunakan perangkat lunak X-CTU yang merupakan perangkat lunak khusus untuk Xbee dan cara lain melalui *hyper terminal* pada *Microsoft windows*. Dalam penelitian ini penulis melakukan settingan menggunakan perangkat lunak X-CTU.

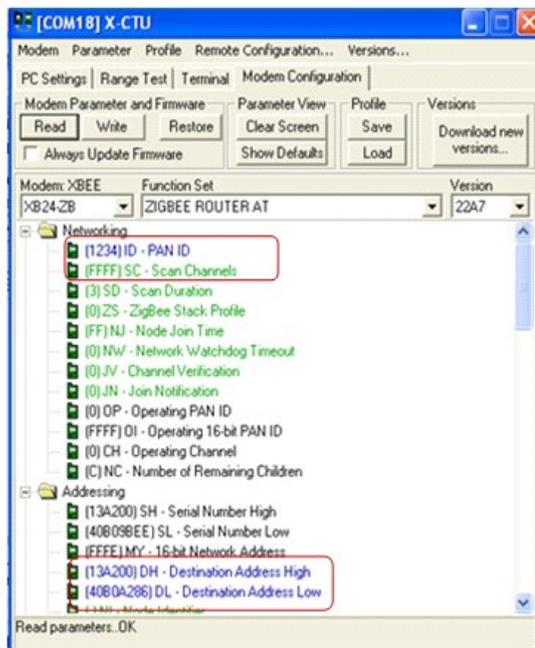
Pengaturan *baudrate* disamakan dengan *baudrate* pengiriman data pada mikrokontroler yaitu 9600. *Test/query* berfungsi untuk mengecek apakah *modem/xbee adapter* telah terbaca oleh sistem.

Tab modem configuration, untuk melakukan settingan parameter di Xbee. Settingan standar/ dasar pada *xbee*, untuk komunikasi dua buah *xbee* secara *point to point*, terdapat beberapa parameter yang perlu dimasukkan yaitu:

- 1.PAN ID: Personal Area Network ID, menentukan radio mana saja yang bisa berkomunikasi, ID pada suatu jaringan harus sama agar dapat berkomunikasi.
- 2.DH (*Destination address High*) pada *zigbee coordinator* diisi nilai dari SH (*Serial Number High*) milik *router/end device* yang dituju, begitupun sebaliknya DH pada *end device* diisi SH dari *zigbee coordinator*.
- 3.DL (*Destination address Low*) pada *zigbee coordinator* diisi nilai dari SL (*Serial Number Low*) milik *router/end device* yang dituju, begitupun sebaliknya DL pada *end device* diisi SL dari *zigbee coordinator*.
- 4.*Mode sleep* di-setting 0.



Gambar 15. Konfigurasi Xbee di *Coordinator Node* (sistem 1)



Gambar 16. Konfigurasi Xbee di End Device Node (sistem 2)

Pengiriman Data Menggunakan Modul SIM900

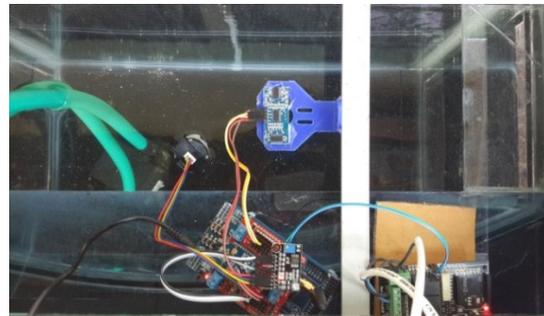
Pengiriman data dari system 1 ke user (*handphone*) menggunakan modul sim900. Data yang dikirim tersebut tentang level kekeruhan air baik di bak/akurium 1 maupun di bak/akuarium 2 yang dikirim melalui zigbee ke system 1. Modul GSM SIM900 hanya dipasang pada system 1, dimana informasi yang dikirim tentang status level kekeruhan air baik di system 1 maupun di system 2 yang telah dikirim ke system 1 oleh system 2 menggunakan zigbee.

Pada penelitian ini, penulis menggunakan aduino mega, karena membutuhkan 2 pasang pengiriman data serial yaitu untuk hubungan dengan zigbee dan pengiriman menggunakan modul SIM900.

Yang harus diperhatikan dalam penggunaan modul SIM900 ini adalah harus menggunakan catu daya eksternal karena pasokan daya dari Arduino tidak cukup kuat untuk memasok arus yang dibutuhkan untuk komunikasi GSM/GPRS dan memastikan sumber catu daya dapat

memasok arus hingga 2 Ampere. Selain itu bahwa setelan pabrik (*factory default setting*) untuk komunikasi serial UART adalah 19200 bps, 8-N-1 (8-bit data, no-parity, 1-stop-bit, dapat diubah menggunakan perintah AT terkait).

Pada pengujian pengiriman data, modul SIM berhasil mengirim data dengan baik pada tiap level kekeruhan air. Agar tidak terjadi pengiriman data berulang pada level kekeruhan yang sama maka flag_high juga harus diaktifkan. Gambar dibawah merupakan pengujian langsung pada akuarium.



Gambar 17. Pengujian Sistem 1

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah melakukan serangkaian pengujian dan analisis, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan:

1. Semakin kecil tegangan output sensor turbidity menunjukkan kekeruhan air makin buruk.
2. Sensor ultrasonic sangat baik dalam penggunaannya sebagai pengukur jarak, khususnya pada jarak yang dekat, nilainya mendekati sama atau sama dengan jarak yang sesungguhnya.
3. Pengiriman data menggunakan zigbee sangat baik sampai pada jarak sampai ± 150 meter (*line of sight*) dan pada jarak diatasnya kurang baik.
4. Modul SIM900 sangat baik dalam penggunaannya sebagai SMS gateway, baik sebagai pengirim maupun penerima informasi.

Saran

Adapun penulis dapat memberikan saran yang berkenaan dengan penelitian ini adalah :

1. Penggunaan Modul SIM900 sebagai media *gateway* pengiriman informasi ke *handphone* hendaknya menggunakan supply sendiri secara eksternal agar cukup kuat untuk melakukan pengiriman data baik secara GSM/GPRS.
2. System dapat dikembangkan kearah bukan saja pendeteksian kekeruhan air tapi juga yang sifatnya dapat mendeteksi kelayakan air untuk dikonsumsi manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Hefni Effendi. 2007. Telaah kualitas air ; Kanisius 2003, Yogyakarta.
- Ir. Syaamsudin Adang Rifai, Ir. Komar Pertagunawan. 1982. Biologi perikanan. Tidak diperjual belikan, milik Departemen pendidikan dan kebudayaan 1982.
- Benefield, Lary D., Joseph F., & Barron L. Weand. 1982. Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment, Prentice-Hall, Inc. Englewood, new Jersey. 510 pp.
- Boyd, C.E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Agriculture Experiment Station, Auburn, Alabama. 359 pp.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Dillak, R. Y., Pangestuty, D. M., & Bintiri, M. G. (2012). Klasifikasi Jenis Musik Berdasarkan File Audio Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization. *semnasIF*. Yogyakarta
- Datasheet Arduino uno, <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- Datasheet Arduino mega, <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- Datasheet zigbee, <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>.
- Datasheet modul sim900, www.propox.com/download/docs/SIM900.pdf.