

Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Melalui Jaringan GSM dan SMS Gateway Menggunakan Smartphone Android

Elsa Rana Wahyuni¹, R. Wahyu Tri Hartono,² M. Yusuf Fadhlan³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : elsa.rana.tcom416@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : tri.hartono@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail: muhammad.yusuf.ttel410@polban.ac.id

ABSTRAK

Sungai Citarum merupakan salah satu tempat tercemar di dunia. Pelet makan ikan yang disebar oleh petani jaring apung di keramba ikan menjadi salah satu penyebab sungai ini tercemar, hal ini mengakibatkan ikan yang dihasilkan tidak sehat. Mengonsumsi ikan yang tidak sehat akan mengakibatkan berbagai macam penyakit. Oleh karena itu perlu diperhatikan juga kualitas air yang digunakan untuk budidaya ikan. Kualitas air dapat dilihat dari tingkat kekeruhan, suhu dan pH. Air untuk budidaya ikan harus bersih, tidak terlalu keruh dan tidak tercemar. Nilai pH air yang dibutuhkan yaitu 6.5-9.0, dan pertumbuhan optimal terjadi pada pH 7-8,5. Nilai suhu idealnya yaitu antara 28°C-30°C, jika suhunya tidak sesuai maka akan mempengaruhi nafsu makan ikan tersebut. Alat yang akan dibuat memiliki 3 input, yaitu pembacaan dari sensor suhu, pembacaan sensor pH, dan pembacaan dari kamera di Raspberry untuk kekeruhan air. Hasil dari masing-masing pembacaan akan dikirimkan melalui jaringan GSM, dengan mengirimkan *trigger* yang telah ditentukan terlebih dahulu yaitu kata "STATUS". Selain dapat memantau keadaan air, alat ini dapat membersihkan air menggunakan filter biologi yang telah dibuat. Dengan adanya alat ini maka akan mempermudah petani jaring apung dalam pemantauan kualitas dari tambak ikan.

Kata Kunci

GSM, Kekeruhan Air, Kualitas Air, pH, Suhu

1. PENDAHULUAN

Citarum merupakan sungai terpanjang ketiga di Indonesia, berbagai upaya dilakukan pemerintah untuk membersihkan sungai tersebut agar terbebas dari pencemaran. Salah satu program terbarunya yaitu "Citarum Harum". Upaya ini awalnya tercetus setelah tongkat kepemimpinan Kodam III Siliwangi diterima Mayjen TNI Doni Mordano pada 14 November 2017. Tahun berganti, apresiasi kepada Doni bersemi seiring dengan Presiden Joko Widodo menggelar rapat terbatas di Graha Wiksa Praniti, Bandung. Ia mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 tentang Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum yang telah ditandatangani pada 14 Maret 2018. Untuk merealisasikannya, pemerintah pusat dan daerah meluncurkan program Citarum Harum yang ditargetkan selama tujuh tahun [4]. Program Citarum Harum berdampak negatif bagi petani keramba dan jaring apung (KJA), karena berpotensi mengurangi bahkan menghilangkan pendapatan petani KJA. Usaha budidaya ikan KJA, dilarang karena menghasilkan limbah sisa pelet yang membuat Sungai Citarum kian tercemar. Selain itu air sungai Citarum juga telah

tercemar limbah pabrik, rumah tangga dan buangan sampah, hal ini tidak baik bila dijadikan tempat budidaya, karena ikan akan mengonsumsi limbah bahkan zat kimia sehingga tidak layak dikonsumsi oleh manusia. Untuk itu perlu diperhatikan juga kualitas air yang digunakan untuk budidaya ikan. Hal ini dapat dilihat dari pH, suhu, dan kekeruhan air.

Usaha budidaya ikan akan berhasil baik dalam air dengan pH 6,5- 9,0 dan pertumbuhan optimal terjadi pada pH 7-8,5. Air untuk budidaya ikan harus bersih, tidak terlalu keruh dan tidak tercemar bahan-bahan kimia beracun, dan minyak/limbah pabrik. Nilai suhu kolam sendiri idealnya yaitu antara 28°C-30°C, jika suhunya tidak sesuai maka akan mempengaruhi nafsu makan ikan tersebut [6].

Alat yang akan dibuat memiliki 3 input, yaitu pembacaan dari sensor suhu, pembacaan sensor pH, dan pembacaan dari kamera di Raspberry untuk bagian kekeruhan air. Ketika ada sms yang masuk ke modul GSM, maka Arduino Uno akan memeriksa isi sms yang masuk, jika yang masuk berupa *trigger* yang telah ditentukan yaitu kata "STATUS", maka Arduino Uno akan mengukur suhu dan pH air, sedangkan

Raspberry melakukan pengukuran tingkat kekeruhan air. Selanjutnya jika hasil dari tingkat kekeruhan telah berhasil didapatkan, maka Raspberry mengirimkan hasil pembacaan tersebut ke Arduino Uno melalui koneksi serial. Setelah semua hasil didapat, maka proses selanjutnya yaitu mengirimkan hasil dari pembacaan tersebut melalui jaringan GSM ke nomor *smartphone* yang telah ditentukan sebelumnya. Namun jika sms yang masuk selain kata “STATUS”, maka akan diabaikan.

2. KARYA/SISTEM YANG DIUSULKAN

Salah satu teknologi yang sekarang sedang dikembangkan di dunia dalam bidang perikanan darat adalah Sistem Akuakultur Resirkulasi (*Recirculating Aquaculture System*). Sistem ini memiliki banyak kelebihan dibanding budidaya ikan secara konvensional yaitu menghemat air, mudah dikendalikan dan dikontrol, dapat diproduksi sepanjang tahun dan tidak membutuhkan lahan yang luas. Sistem resirkulasi merupakan budidaya intensif yang merupakan alternatif menarik untuk menggantikan sistem ekstensif yang selama ini sudah ada. Pada tugas akhir ini, akan dirancang sebuah sistem akuakultur yang disempurnakan dengan monitoring elektronik. Sistem ini dinamakan e-Japung, dimana sistem ini akan menjadi terobosan teknologi yang ditawarkan, yaitu secara teknologi e-Japung akan mampu memfilter air sungai Citarum yang tercemar limbah menjadi layak pakai untuk tumbuh kembangnya ikan secara sehat.

Berikut ini merupakan spesifikasi alat yang dibuat:

1. Sistem dapat membersihkan air sungai yang tercemar.
2. Sistem dapat membaca kesehatan air untuk tambak ikan berdasarkan suhu, pH, dan kekeruhan air menggunakan jaringan GSM.

Akuakultur dengan dikombinasi monitoring elektronik e-Japung diharapkan dapat mengatasi masalah petani KJA yang terdampak program Citarum Harum. Dengan e-Japung kelompok petani KJA dialihkan menjadi petani modern berbasis monitoring elektronik dengan meng-optimalkan lahan tanah yang terbatas disekitar waduk Saguling desa Cangkorah Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat. Dengan e-Japung diharapkan kualitas ikan menjadi lebih baik, karena kondisi air yang dapat dipantau kualitas airnya, sehingga bisa menjaga air untuk tumbuh kembang ikan secara sehat, bebas dari pencemaran limbah. Air sungai Citarum yang tercemar limbah disaring dan dibersihkan oleh sistem e-Japung menggunakan filter biologi. Air ini ditampung dalam tambak penampungan dan diukur kualitas airnya oleh e-

Japung sehingga dapat diketahui, apakah sehat untuk tumbuh kembangnya ikan atau tidak.

E-Japung diharapkan dapat mempermudah petani jaring apung melakukan pemantauan keadaan tambak ikan walaupun dari jarak jauh melalui jaringan GSM.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan

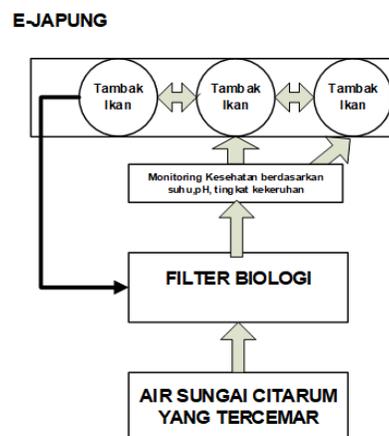
Setelah dilakukannya studi literatur pada Bab II dan mengulas hasil dari studi literatur tersebut didapatkan sebuah inovasi dari sistem e-japung yaitu dengan membaca menggunakan SMS dan mendeteksi kekeruhan menggunakan *image processing* dengan menggunakan metode *pixel's mean value*.

Diperlukan perancangan yang terpadu agar alat berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, dimana e-Japung merupakan sistem yang terdiri dari bangunan fisik mekanik dan elektronik, yang dirancang untuk mengolah air tercemar dari aliran sungai Citarum menjadi layak digunakan untuk tumbuh kembang ikan dengan sehat. Air yang telah melewati proses filter, dimonitoring kualitasnya berdasarkan suhu, pH, dan kekeruhan secara elektronik.. Dengan sistem monitoring oleh e-Japung diharapkan akan diperoleh air yang sehat dan sesuai dengan kebutuhan ikan agar bertumbuh kembang dengan baik.

Skema sistem yang dirancang selanjutnya direalisasikan dengan peralatan/ komponen elektronik yang diperlukan.

3.1.1 Perancangan Blok Diagram

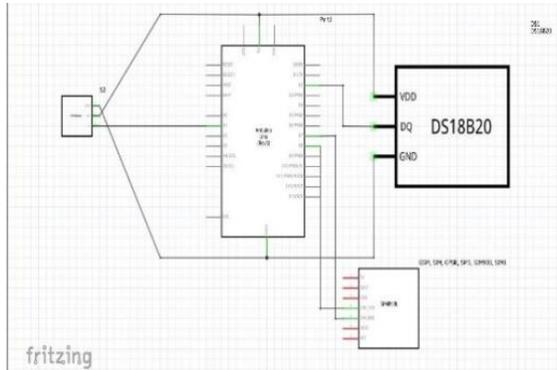
Tahap perancangan digambarkan dalam diagram blok seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram

Pada skema blok diagram diatas, sumber air yang dipakai berasal dari air tercemar, lalu air tersebut masuk ke filter biologi untuk dilakukan proses penyaringan, selanjutnya air tersebut di ukur kualitasnya berdasarkan suhu, pH dan tingkat kekeruhannya, selanjutnya air dialirkan masuk ke tambak ikan. Di tambak ikan juga dibuat sebuah sirkulasi, dimana air akan selalu masuk ke filter biologi agar terjaga kebersihannya.

3.1.2 Perancangan Skema Elektronik

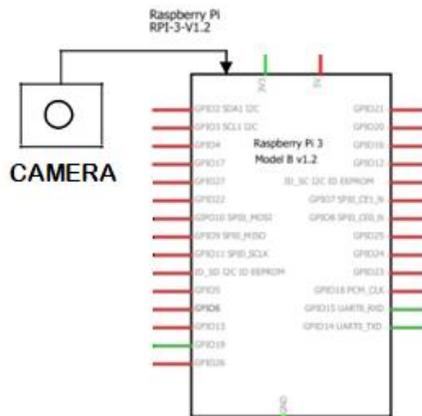


Gambar 2 Diagram skematik Arduino Uno

Diagram skematik pada gambar 2, terlihat Arduino Uno terhubung ke modul SIM800L V2.0, sensor suhu (DS18B20) serta sensor pH air.

DS18B20 dipilih sebagai sensor suhu karena sensor ini tahan air, tahan lembab dan anti karat, alat ini dikemas dengan tabung *stainless steel* berkualitas tinggi.

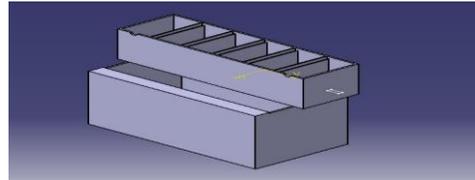
Sedangkan modul GSM SIM800L V2.0 dipilih karena pada versi 2 ini power supply yang digunakan adalah 5Vdc, sehingga tidak memerlukan rangkaian step down seperti halnya pada versi pertama dengan power supply 3.7 – 4.2 Vdc dan pada versi ini sering terjadi keerroran akibat perubahan power supply tersebut.



Gambar 3 Diagram Skematik Raspberry

Diagram skematik pada gambar 3, dapat terlihat bahwa Raspberry terhubung pada kamera. Kamera ini berfungsi untuk membaca tingkat kekeruhan air, selanjutnya hasil gambar yang didapat akan diproses lebih lanjut oleh Raspberry sehingga dapat ditentukan tingkat kekeruhannya.

3.1.3 Perancangan Mekanik



Gambar 4 Perancangan Aquarium dan Filter

3.2 Realisasi

Tahap realisasi terbagi atas realisasi diagram blok sistem, elemen mekanik, elektronik, komunikasi antara mikrokontroler dengan sensor, kamera dan modul SIM800L V2.0, sehingga dapat mengirimkan hasil pembacaan kualitas air menggunakan jaringan GSM.

Tahap realisasi ini memiliki beberapa bagian, dimulai dengan merealisasikan bagian sensor suhu, pH, dan modul SIM800L V2.0 yang dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Uno. Tahap selanjutnya yaitu menghubungkan kamera dengan Raspberry, sehingga gambar keadaan air dapat diambil secara *real time* untuk diolah lebih lanjut agar tingkat kekeruhan dari air tersebut dapat ditentukan. Tahap selanjutnya yaitu menghubungkan Raspberry dengan Arduino menggunakan komunikasi serial sehingga semua pembacaan dapat dilakukan melalui *smartphone* dari petani jaring apung melalui melalui jaringan GSM.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian

Pelaksanaan pengujian, dimulai dari mempersiapkan peralatan yang digunakan. Setelah alat dinyalakan, air yang tercemar masuk ke filter biologi yang sudah dibuat. Selanjutnya air yang sudah melewati proses filter akan dialirkan ke aquarium, dan dibaca kualitas dari air berdasarkan suhu, pH, dan kekeruhannya, hasil pembacaan akan dikirimkan jika mengirimkan kata *trigger* terlebih dahulu melalui sms ke nomor yang dipakai pada modul SIM800L V2.0.

Kata *trigger* tersebut yaitu “STATUS”. Setelah *trigger* terdeteksi alat akan mengirimkan hasil dari pembacaan kualitas air, contoh hasil dari pembacaan suhu, pH, dan kekeruhan air dapat dilihat pada gambar 5. Dimana format dari hasil pembacaan dimulai dari nilai

suhu, nilai pH dan tingkat kekeruhan dari air tersebut. Pada tahap pengujian juga dilakukan pemantauan berapa lama filter biologi dapat membersihkan air tercemar sampai air dinyatakan jernih.



Gambar 5 Contoh Hasil Pembacaan Suhu, pH, dan Kekeruhan Menggunakan Jaringan GSM

4.2 Data Pengujian

Hasil dari pengujian e-japung dapat dilihat pada tabel 1. Proses pengujian dilakukan dua kali sehari dimulai pada tanggal 23 Juli 2020 sampai dengan 29 Juli 2020.

Tabel 1 Data Pengujian

Tanggal dan Waktu	Suhu Air	pH Air	Kekeruhan Air	Foto Keadaan Air
23 Juli 2020 12.05	28.2 ⁰ C	4.75	Sangat Keruh	
23 Juli 2020 21.00	28.1 ⁰ C	5.16	Keruh	
24 Juli 2020 08.00	27.9 ⁰ C	5.94	Keruh	
24 Juli 2020 18.20	27.9 ⁰ C	6.22	Keruh	
25 Juli 2020 10.12	28.0 ⁰ C	6.42	Keruh	
25 Juli 2020 23.43	28.0 ⁰ C	6.57	Keruh	
26 Juli 2020 08.51	28.1 ⁰ C	6.7	Agak Jernih	
26 Juli 2020 21.50	28.2 ⁰ C	6.81	Agak Jernih	

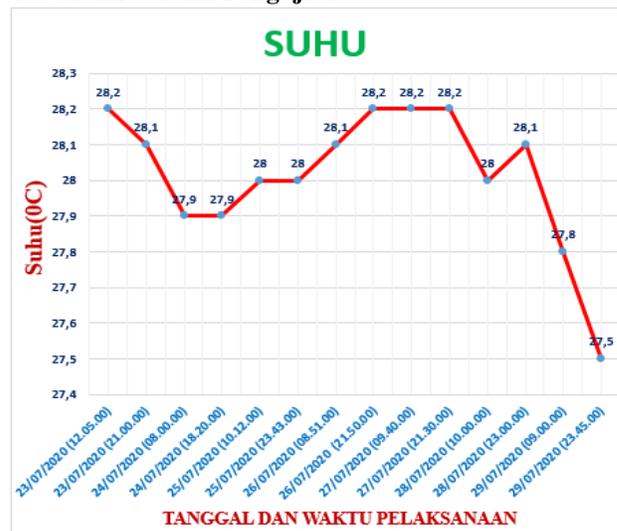
Tanggal dan Waktu	Suhu Air	pH Air	Kekeruhan Air	Foto Keadaan Air
27 Juli 2020 09.40	28.2 ⁰ C	6.97	Agak Jernih	
27 Juli 2020 21.30	28.2 ⁰ C	7.11	Agak Jernih	
28 Juli 2020 10.00	28.0 ⁰ C	7.15	Agak Jernih	
28 Juli 2020 23.00	28.1 ⁰ C	7.13	Agak Jernih	
29 Juli 2020 09.00	27.8 ⁰ C	7.05	Jernih	
29 Juli 2020 23.45	27.5 ⁰ C	7.02	Jernih	

Berikut merupakan keadaan kapas filter setelah 6 hari pengujian seperti yang terlihat pada gambar 6.

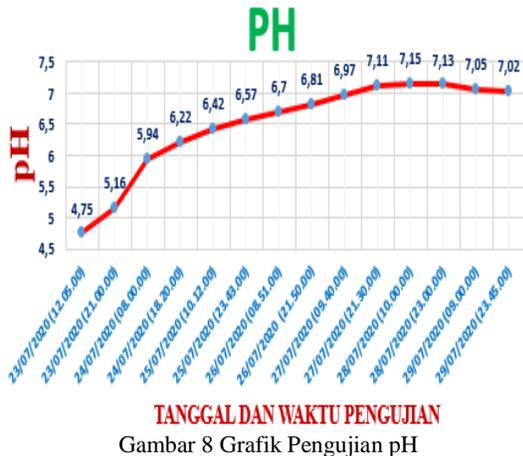


Gambar 6. Kapas Filter Setelah 6 Hari

4.3 Grafik- Grafik Pengujian



Gambar 7 Grafik Pengujian Suhu



Gambar 8 Grafik Pengujian pH

4.4 Analisa dan Pembahasan

Alat e-japung telah diuji untuk mengetahui apakah alat ini sesuai atau tidak dengan spesifikasi teknis yang hendak dicapai. Pengujian dilakukan pada tanggal 23 Juli 2020 sampai dengan tanggal 29 Juli 2020, dimana dalam satu hari dilakukan 2 kali pemantauan kualitas air. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 1, gambar 7, dan gambar 8. Data ini didapat dengan cara mengirimkan kata “STATUS” menggunakan jaringan GSM ke nomor yang dipakai pada modul SIM800L V2.0.

Saat pengujian modul SIM800L membutuhkan input tegangan dan arus yang stabil serta jaringan yang bagus, karena jika input tegangan kurang atau arus yang digunakan tidak sesuai, maka modul SIM 800L V2.0 akan selalu mereset modul sampai tegangan dan arus yang diterima sesuai. Modul ini membutuhkan tegangan input sekitar 5V dan untuk arusnya sendiri sekitar 2A. Selain input tegangan dan arus, faktor lain yang mempengaruhi kinerja dari modul SIM800L ini adalah kualitas jaringan dari provider yang digunakan, karena setiap daerah memiliki kualitas sinyal yang berbeda.

Keadaan kapas filter setelah 6 hari dapat dilihat pada gambar 6, endapan dari partikel-partikel kopi yang dipakai sebagai air tercemar dapat tersaring dengan baik, terbukti banyaknya partikel yang tersimpan pada kapas filter tersebut. Namun perlu diperhatikan untuk memeriksa keadaan pada filter yang dipakai, apakah sudah kotor atau tidak, jika filter kotor maka proses penyaringan akan memakan waktu lebih lama dan tidak akan optimal.

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa e-japung dapat membersihkan air yang awalnya sangat keruh menjadi jernih selama 6 hari. Terdapat 4 jenis tingkat kekeruhan yang telah ditentukan pada alat ini berdasarkan hasil pembacaan dari rata-rata pixel foto

yang telah diambil oleh kamera Raspberry. 4 jenis tingkat kekeruhannya yaitu:

1. 0-50, maka akan terbaca sangat keruh
2. 51-100, maka akan terbaca keruh
3. 101-200, maka akan terbaca agak jernih
4. 201-255, maka akan terbaca jernih

Pada tabel 1 dapat dilihat keadaan awal air sangat keruh yang berasal dari air yang telah tercampur dengan kopi dan belum melewati proses filter. Perubahan dari sangat keruh menjadi keruh tidak memakan waktu yang lama dibanding dengan tingkat kekeruhan yang lain. Untuk tahap ini dapat dicapai dalam satu hari, hal ini disebabkan partikel-partikel yang membuat air terlihat sangat keruh pada kasus ini adalah serbuk kopi, sudah dapat disaring menggunakan filter biologi. Untuk keadaan dari keruh menjadi agak jernih membutuhkan waktu kurang lebih dua setengah hari untuk merubah tingkat kekeruhannya. Hal ini disebabkan partikel-partikel yang membuat keruh sudah tidak sebanyak saat keadaan keruh, jadi proses penyaringan memakan waktu lebih lama dibanding dengan keadaan sebelumnya. Dan untuk keadaan dari agak jernih mejadi jernih memakan paling lama dibanding dengan keadaan sebelumnya. Tahap ini memakan waktu selama kurang lebih tiga hari, hal ini disebabkan karena partikel sudah mulai hilang namun air pada tingkat agak jernih masih terlihat agak kusam dan kurang bening, sehingga dibutuhkan proses penyaringan yang lama agar air dapat berubah warna menjadi agak lebih bening. Untuk keadaan agak jernih sebenarnya sudah dapat dipakai untuk memelihara ikan, seperti yang sudah dijelaskan pada latar belakang dan masalah bahwa kualitas air untuk budidaya ikan harus bersih, tidak terlalu keruh dan tidak tercemar bahan-bahan kimia beracun, dan minyak/limbah pabrik.

Pada tabel 1 dan gambar 7, dapat dilihat bahwa keadaan suhu relatif stabil yaitu antara 27.8 °C - 28.2°C, walaupun terjadi penurunan pada beberapa waktu, hal ini disebabkan oleh suhu sekitar waktu proses pengujian sehingga mempengaruhi suhu dari air tersebut. Namun biasanya jika ditempat terbuka air akan sedikit lebih panas dibandingkan dengan air didalam ruangan, hal ini disebabkan pada siang hari akan terkena cahaya matahari, sedangkan jika didalam ruangan air tidak terpapar cahaya matahari. Tetapi dengan suhu sebesar 27.5 °C -28.2 °C, sudah baik untuk memelihara ikan karena untuk suhu kolam sendiri idealnya yaitu antara 28°C -30°C, jika suhu nya tidak sesuai maka akan mempengaruhi nafsu makan ikan tersebut.

Keadaan pH selama 6 hari dapat dilihat pada gambar 8, dapat dilihat pada keadaan awal sangat rendah yaitu sebesar 4.75. Jika dilihat dari parameter kesehatan air yang baik untuk tumbuh kembang ikan, keadaan ini sangatlah kurang karena untuk besarnya pH air yang baik yaitu sekitar pH 6.5- 9.0 dan pertumbuhan optimal terjadi pada pH 7-8.5. Nilai awal pH terlihat sangat jauh dari yang seharusnya, oleh karena itu ditambahkan soda kue secara perlahan-lahan, guna untuk menaikkan nilai pH sampai keukuran yang diinginkan yaitu sekitar 6.5- 9.0. Setiap kali dilakukan pengecekan kualitas air maka soda kue ditambahkan sedikit demi sedikit. Pada penambahan yang kelima pH sudah mencapai tingkat aman untuk tumbuh ikan yaitu sebesar 6.57, namun disini soda kue ditambahkan sampai delapan kali agar berada pada tingkat pertumbuhan optimal yaitu pH 7-8.5, setelah ditambahkan maka besarnya pH menjadi 7.11 dan maksimal 7.15. Berdasarkan nilai pH tersebut sudah dapat membuat ikan berada pada pertumbuhan optimal walaupun setelah itu mengalami penurunan menjadi 7.05 dan 7.02 namun ini masih berada pada keadaan aman untuk tumbuh ikan berkembang secara optimal.

Secara keseluruhan, alat ini telah dapat membersihkan air yang tercemar dengan baik, alat ini membutuhkan waktu enam hari untuk membersihkan air dengan bersih. Dan untuk pembacaan hasilpun sudah dapat dilakukan dengan mengirimkan kata "STATUS" ke nomor yang dipakai pada modul SIM800L V2.0. Dan modul tersebut mengirimkan hasil pembacaan suhu, pH, dan kekeruhan, dimana hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

Setelah melewati proses filter dan monitoring, keadaan air pada hari keenam telah berada pada keadaan yang sehat untuk ikan tumbuh dan berkembang secara baik.

5. KESIMPULAN

E-japung telah berhasil melakukan pemeriksaan suhu, pH, dan kekeruhan air. Tidak hanya mengetahui nilai suhu, pH, dan kekeruhan, e-japung juga dapat membersihkan air yang tercemar menggunakan filter biologi yang telah dibuat, sehingga ikan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, dan dapat memenuhi kebutuhan petani jaring apung yang terkena dampak dari program Citarum Harum untuk melanjutkan budidaya ikan.

Hasil pembacaan kualitas air menggunakan modul SIM800L V2.0 yang membutuhkan input tegangan dan arus yang stabil serta jaringan yang bagus, karena jika input tegangan kurang atau arus yang digunakan tidak sesuai, maka modul SIM800L V2.0 akan selalu mereset modul sampai tegangan dan arus yang diterima sesuai (5 V dan 2A), dan jaringan yang bagus

juga sangat mempengaruhi kinerja dari modul SIM800L V2.0 ini.

Tingkat kekeruhan pada alat ini dibagi menjadi 4 yaitu sangat keruh, keruh, agak jernih, dan jernih. Hasil ini didapat dari rata-rata pixel pada foto yang diambil oleh kamera Raspberry. Jika rata-rata pixel 0-50 maka akan terbaca sangat keruh, 51-100 maka akan terbaca keruh, 101-200 maka akan terbaca agak jernih dan 201-255 maka akan terbaca jernih. Untuk suhu sendiri sudah berada pada keadaan baik, yaitu antara 27.8^oC -28.2^oC, nilai ini stabil selama enam hari dengan penurunan suhu yang tidak terlalu signifikan. Dan untuk nilai pH awal yaitu sebesar 4.75, lalu ditambahkan soda kue secara bertahap sehingga bisa mencapai nilai sampai dengan 7.15, agar tumbuh kembang ikan akan berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. W. S. H. Anizar Indriani, "Research Gate," 2017. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/321021119_SISTEM_KONTROL_KEKERUHAN_DAN_TEMPERATUR_AIR_LAUT_MENGGUNAKAN_MICROCONTROLLER_ARDUINO_MEGA. [Diakses 14 10 2019].
- [2] H. Simbolon, "Liputan6.com," 2018. [Online]. Available: <https://www.liputan6.com/regional/read/3594370/penertiban-1300-keramba-jaring-apung-di-waduk-cirata-demi-citarum-harum>. [Diakses 14 10 2019].
- [3] D. Iqbal, "Mongabay," 2018. [Online]. Available: <https://www.mongabay.co.id/2018/01/21/sunga-i-citarum-saatnya-ditata-menjadi-harum/>. [Diakses 14 10 2019].
- [4] N. Febrianto, "Tagar.id," 2019. [Online]. Available: <https://www.tagar.id/mengenal-citarum-harum-ketegasan-jokowi-bersihkan-sungai-269-km>. [Diakses 15 10 2019].
- [5] P. M. R. Mahfudz Shiddiq, "Pengukur Suhu dan pH Air Tambak Terintegrasi," *Jurnal EECCIS*, vol. 11, 2008.
- [6] R. P. E. P. S. N. Trimas Manalu, "Rancang Bangun Sistem Kontrol pH Air Pada Palka Ikan Muatan Hidup Menggunakan Mikrokontroler dan LabVIEW," *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, vol. 07, pp. 53-66, 2018.
- [7] Y. R. A. M. S. T. Andre Prayoga, "Pengukur Tingkat Kekeruhan Keasaman Dan Suhu Air Menggunakan Mikrokontroler Atmega328p Berbasis Android," *Jurnal Informatika*, vol. 5,

- pp. 248-254, 2014.
- [8] S. I. Zulfian Azmi, "SISTEM PENGHITUNG PH AIR PADA TAMBAK IKAN BERBASIS MIKROKONTROLLER," *Jurnal SAINTIKOM*, vol. 15, 2016.
- [9] P. N. B. Ahmad Sabiq, "Sistem Pemantauan Kadar pH, Suhu dan Warna pada Air Sungai Melalui Web," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 5, pp. 94-100, 2017.
- [10] A. Krisnawan, "PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN RASPBERRY PI," e-Proceeding of Engineering, vol. 2, pp. 3822-3829, 2015.
- [11] A. Rizal, "Achmad Rizal's Blog," 19 Juni 2014. [Online]. Available: <https://achmadrizal.staff.telkomuniversity.ac.id/pengolahan-citra/>. [Accessed 05 April 2020].
- [12] Anonim, "VNCviewer," Wiki Debian, 11 November 2018. [Online]. Available: <https://wiki.debian.org/VNCviewer>. [Diakses 08 April 2020]
- [13] H. A. Sidharta, "INTRODUCTION TO OPEN CV," Ilmu Komunikasi, p. 23, 06 April 2020.
- [14] A. P. Tutorial, "nyebarilmu.com," 28 Juli 2018. [Online]. Available: www.nyebarilmu.com/tutorial-lanjutan-mengakses-module-gsm-sim8001-v-2/. [Accessed 10 04 2020].