Optimalisasi Rancang Bangun Sistem Filterisasi Dengan Sirkulasi Air Tertutup Pada Kolam Budidaya Ikan Nila

1st Mutia Anadela Rional
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
mutiaanadela@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Asep Suhendi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
suhendi@telkomuniversity.ac.id

3rd Dudi Darmawan
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
dudiddw@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Ekosistem pada kolam budidaya ikan nila memerlukan sistem pengelolaan yang baik untuk mendukung usaha budidaya, terutama kualitas air kolam. Kualitas air yang buruk dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ikan. Kolam ikan maupun filter memerlukan pengelolaan yang berkala sehingga kualitas air kolam tetap terjaga. Pembersihan otomatis pada filter akan mengatasi masalah tersebut, namun pemilihan filter dan sirkulasi air kolam perlu dipertimbangkan. Media filter yang digunakan adalah kaldness dan bioball karena keduanya mampu menyaring limbah dan menyeimbangkan pH air. Sistem ini akan dilengkapi dengan pompa air untuk membantu sirkulasi dan aerator serta valve sebagai komponen pembersihan otomatis. Pengujian menunjukkan kinerja sistem sudah beroperasi dengan baik. Air dapat bersirkulasi dengan lancar dan media filter mampu bekerja dengan efektif untuk merawat kualitas air kolam. Sistem ini sudah cukup untuk diaplikasikan pada budidaya ikan nila secara optimal untuk mempertahankan kualitas air yang baik**

***Kata kunci* — Filter, Kualitas Air, Sirkulasi Air**

I. PENDAHULUAN

Budidaya ikan air tawar merupakan salah satu usaha budidaya perikanan tersebesar di Indonesia, salah satunya adalah budidaya ikan nila (*Oreochromis Niloticus*). Ikan nila merupakan salah satu ikan air tawar yang potensial dan memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan perairan, ikan ini dapat tumbuh cepat dan bereproduksi cukup banyak apabila dipelihara dengan teratur [1]. Ekosistem budidaya ikan perlu diberikan pemantauan yang intens supaya ikan yang dibudidaya tetap sehat dan tidak mudah stres, salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kondisi ekosistem budidaya ikan nila adalah kualitas air kolam [2].

Untuk merawat ekosistem ikan dengan optimal, sangat penting untuk memberikan perhatian khusus terhadap kualitas air yang ada. Penanganan yang kurang optimal terhadap kualitas air bisa menyebabkan peningkatan pH dan kadar amoniak dalam air. Sumber dari kondisi tersebut termasuk feses ikan dan pakan yang tidak terkonsumsi, juga organisme akuatik lainnya seperti bakteri, jamur, dan infusoria [3]. Limbah pada kolam ikan budidaya sendiri mengandung amoniak yang cukup tinggi, sedangkan ikan memiliki standar kualitas air yang harus dijaga untuk tetap hidup. Parameter kualitas air yang perlu dirawat diantaranya adalah kekeruhan dan keasaman air, hal ini dikarenakan kedua parameter tersebut mudah dipengaruhi oleh limbah yang sudah menumpuk pada kolam ikan. Tingkat pH air yang sesuai untuk budidaya ikan nila adalah antara 6,5 – 8,5 dengan tingkat kekeruhan yang baik adalah 5 – 25 NTU [4].

Untuk itu diperlukan media filter pada sistem sirkulasi kolam, sehingga kondisi kualitas air dapat tetap terjaga dan sesuai dengan kebutuhan ikan. Filter merupakan sistem yang dirancang untuk memisahkan partikel padat (fisik), senyawa kimia ataupun organisme yang mencemari kualitas air ataupun udara. Namun perlu diingat bahwa filter memiliki titik jenuhnya sendiri, dimana setelah melakukan penyaringan berulang kali kotoran pada kolam akan semakin menumpuk pada filter sehingga filter tidak mampu melakukan tugasnya kembali. Oleh karena itu, filter memerlukan pembersihan setidaknya seminggu sekali untuk menghilangkan kotoran yang telah disaring sehingga filter dapat kembali berfungsi secara efektif dalam menyaring air di kolam budidaya.

Pengelolaan kebersihan secara otomatis adalah alternatif yang dapat membantu pemeliharaan kolam budidaya. Pemilihan filter perlu dipertimbangkan untuk menyesuaikan dengan alat otomasi yang digunakan pada sistem sehingga alat otomasi yang digunakan untuk membersihkan media filter yang digunakan. Dikarenakan sistem sirkulasi pada kolam adalah sistem tertutup maka perlu diberikan juga pertimbangan alur sirkulasi kolam yang dapat mendukung keseluruhan sistem.

II. DASAR TEORI

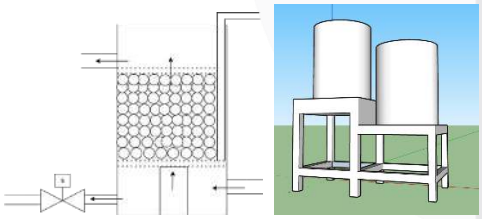
A. Sirkulasi Air

Sistem ini memiliki komponen utama yaitu kolam ikan dan juga chamber filter. Kolam ikan digunakan sebagai tempat pemeliharaan ikan, untuk pengujian sistem maka diperlukan sebuah kolam uji yang terbuat dari serat. Kolam uji yang digunakan memiliki ukuran 200 x 100 x 100 cm, dan kapasitas total kolam mencapai 2 m^3. Volume air untuk wadah budidaya diisi 50-70% dari total kapasitas tangki [5],

sehingga volume air yang diisi pada kolam hanya mencapai 1,4 m^3. Chamber filter merupakan bagian penting lainnya dalam sistem ini, chamber filter sendiri berfungsi sebagai wadah untuk media filter sehingga air dari kolam akan mengalir ke chamber filter pada saat proses filterisasi berlangsung. Chamber filter yang akan digunakan ada 2 (dua) buah, kedua chamber filter berdiameter 40 cm dengan tinggi 83 cm, sehingga kapasitas masing-masing chamber sekitar 0,8 m^3. Untuk volume air pada filter hanya dibutuhkan 0,6 m^3 sehingga pada saat air bersirkulasi air tidak meluap, volume filter harus setidaknya 10-25% dari total volume wadah budidaya [5].

Pada sistem ini air akan bersirkulasi dibantu dengan pompa air untuk mengalirkan air ke dalam chamber filter lalu kembali lagi ke dalam kolam. Pompa yang digunakan harus menyesuaikan dengan ukuran kolam ikan serta chamber filter agar debit air masuk-keluar dari kolam tidak kurang maupun berlebihan, Untuk pompa yang digunakan pada sistem ini adalah pompa berkapasitas output 5800 l/h. Pompa tidak akan menyala setiap waktu melainkan pada saat alat pemantauan memberikan perintah saja, alat pemantauan yang akan menentukan kapan pompa dijalankan yaitu pada saat tingkat keasaman di luar 6,5 > pH > 8,5 atau pada saat tingkat kekeruhan air sudah mencapai 75%. Hal ini dilakukan untuk mengefisiensikan daya yang digunakan oleh sistem.

Chamber filter akan dipasangkan lebih tinggi dari kolam ikan, hal ini dikarenakan sistem akan mengalirkan air secara gravitasi. Chamber filter pertama akan ditambahkan tingginya setinggi 70 cm, sedangkan untuk chamber kedua lebih tinggi 50 cm dari kolam. Untuk menambahkan tinggi chamber filter, akan dimanfaatkan sebuah pondasi berbahan besi untuk menopang beban chamber tersebut. Media filter yang digunakan pada sistem adalah kaldness dan bioball, masing-masing chamber akan diisikan media filter sebanyak 4,5 kg. Di dalam chamber filter terdapat sekat pada dasar kolam, sekat ini berfungsi untuk menahan media filter serta memberikan ruang untuk kotoran yang telah mengendap sehingga saat chamber filter dibersihkan limbah tersebut akan dibuang melalui pipa pembuangan.



GAMBAR 2.1.1
Ilustrasi Chamber Filter

Ukuran pipa yang digunakan pada sistem perlu disesuaikan dengan kapasitas output pompa serta ukuran chamber filter, hal ini dilakukan agar air yang bersirkulasi tidak menyebabkan kebocoran. Terdapat 4 (empat) buah macam pipa yang digunakan pada sistem ini diantaranya adalah pipa input, pipa antar-chamber, pipa output serta pipa pembuangan. Masing-masing pipa memiliki ukuran yang berbeda, dimana untuk pipa input dan pipa antar chamber memiliki ukuran 1 inci, lalu untuk pipa output atau pipa yang menjatuhkan air bersih ke kolam berukuran 1 ½ inci, sedangkan untuk pipa pembuangan memiliki ukuran ½ inci. Ukuran dari pipa-pipa tersebut dipilih sesuai dengan kecepatan aliran pompa. Dalam sistem resirkulasi, laju aliran yang diinginkan biasanya antara 0,2 dan 1 m/s.

a. Pipa Input Chamber Pertama dan Pipa Antar Chamber (diameter 1 inci = 32 mm):

- Jari-jari pipa (r) = $\frac{\text{diameter}}{2}$ (1)

$$= \frac{32\text{ mm}}{2} = 16\text{ mm} = 0.016\text{ m}$$

- Luas penampang pipa (A) = πr^2 (2)

$$= 3.14\ (0.016\text{ m})^2$$
$$= 0{,}05\ m^2$$

- Kecepatan aliran (V) = $\frac{Q}{A}$ (3)

$$= \frac{1.6 \text{ x } 10^{-3} m^3/s}{0.05\text{ m}^2}$$
$$= 3{,}2\ x\ 10^{-2}\ m/s$$

b. Pipa Output Chamber 2 (diameter 1 ½ inci = 48 mm):

- Jari-jari pipa (r) = $\frac{\text{diameter}}{2}$ (4)

$$= \frac{48\text{ mm}}{2} = 24\text{ mm}$$
$$= 0.024\text{ m}$$

- Luas penampang pipa (A) = πr^2 (5)

$$= 3.14\ (0.024\text{ m})^2$$
$$= 0.0018\text{ m}^2$$

- Kecepatan aliran air (V) = $\frac{Q}{A}$ (6)

$$= \frac{1.6 \text{ x } 10^{-3} m^3/s}{0.0018\text{ m}^2}$$
$$= 8{,}9 \text{ x } 10^{-2}\ m/s$$

c. Pipa Pembuangan (diameter ½ inch = 22 mm):

- Jari-jari pipa (r) = $\frac{\text{diameter}}{2}$ (7)

$$= \frac{22\text{ mm}}{2} = 11\text{ mm}$$
$$= 0.011\text{ m}$$

- Luas penampang pipa (A) = πr^2 (8)

$$= 3.14\ (0.011\text{ m})^2$$
$$= 3{,}801 \text{ x } 10^{-4}\text{ m}^2$$

Air dalam chamber akan berada dalam ketinggian 60 cm chamber karena pipa output berada pada ketinggian 63 cm chamber sehingga saat pompa mati air akan sedikit menyusut pada ketinggian 60 cm. Maka untuk menghitung laju aliran jalur pembuangan adalah:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (9)$$

Dimana g adalah percepatan gravitasi dengan nilai 9,8 m/s^2. Lalu karena jalur pipa pembuangan berada pada ketinggian 2,5 cm dari dasar kolam maka laju aliran jalur pembuangan sesuai dengan persamaan (9) adalah:

$$v = \sqrt{(2)(9{,}8\ m/s^2)(2{,}5\ x\ 10^{-2}\ m)}$$
$$v = 9{,}9\ x\ 10^{-1}\ m/s$$

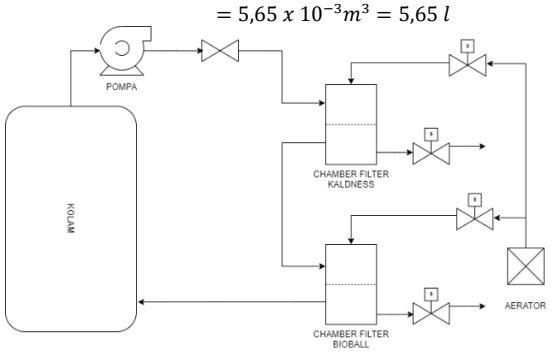
Maka debit air yang keluar,

$$Q = AV$$
$$= (3{,}801 \text{ x } 10^{-4} m^2)(9{,}9\ x\ 10^{-1} m/s)$$
$$= 3{,}77\ x\ 10^{-4}\ m^3/s$$

Karena pada sistem ini jalur pembuangan akan dibuka hanya dalam 15 detik dengan memanfaatkan solenoid valve maka air kotor pada chamber akan terbuang sebanyak:

$$Jumlah\ air\ terbuang = Laju\ aliran\ air\ x\ waktu \quad (10)$$
$$Jumlah\ air\ terbuang = \left(3{,}77\ x \frac{10^{-4} m^3}{s}\right)(15\ s)$$

$$= 5{,}65\ x\ 10^{-3} m^3 = 5{,}65\ l$$



GAMBAR 2.1.2
Ilustrasi P&ID Sistem

Apabila pompa sudah dinyalakan selama 1 (satu) jam dan kualitas air di dalam kolam masih terbilang rendah, maka hal ini bisa disebabkan oleh penumpukan kotoran pada chamber filter. Pada saat kondisi tersebut terjadi pompa akan berhenti menyala dan proses pembersihan akan berlangsung. Chamber filter butuh segera dibersihkan agar filter dapat menjalankan tugasnya kembali, proses pembersihan ini akan dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan gelembung udara dari aerator dan juga valve untuk mengatur jalur buka tutup pada pipa. Saat proses pembersihan ini berlangsung, aerator akan mengeluarkan gelembung udara pada chamber filter sehingga gelembung udara tersebut dapat mengkoyak isi chamber filter dan memisahkan limbah yang sudah menempel pada media filter. Aerator yang digunakan pada proses ini adalah aerator LP 40. Setelah media filter selesai dibersihkan, aerator akan kembali mati dan valve pembuangan akan terbuka untuk membuang air yang kotor tersebut. Sistem akan bekerja seperti semula lagi.

B. Media Filter

Media filter adalah komponen yang perlu pemilihan yang seksama pada sistem ini, hal ini dikarenakan adanya fitur pembersihan otomatis sehingga tidak semua media filter dapat menyesuaikan dengan sistem ini. Media filter yang digunakan dalam proyek ini diantaranya adalah kaldness dan bioball. Meskipun keduanya merupakan jenis media filter biofilm, namun peran masing-masing media filter dalam sistem ini berbeda. Media filter kaldness memiliki ukuran permukaan porinya yang lebih kecil, jumlah mikroorganisme yang menempel pada media akan relatif lebih rendah sehingga media filter ini juga dapat digunakan untuk menangkap pengotor fisik (partikel fisik). Jenis kaldness yang digunakan pada sistem ini adalah kaldness K1, tipe media filter kaldness ini memiliki ukuran 10 mm per partikelnya sehingga media filter ini bisa dimanfaatkan untuk menyaring limbah fisik dari kolam.

GAMBAR 2.2.1
Media Filter Biofilm

Media filter bioball juga merupakan media filter jenis biofilm yang memiliki ukuran lebih besar dari media filter kaldness secara ukuran, sehingga mikroorganisme yang berkoloni pada media filter tersebut lebih banyak jika dibandingkan dengan kaldness. Hal ini dapat memanfaatkan media filter bioball sebagai sarang bakteri nitrifikasi yang dapat mengubah zat ammonia beracun menjadi senyawa yang lebih aman. Bakteri nitromonas berfungsi untuk mengubah amoniak menjadi nitrit, sementara Nitrobacter bertanggung jawab dalam mengubah nitrit menjadi nitrat [6]. Media filter ini dapat dimanfaatkan sebagai penetralisir kadar keasaman dalam air kolam sehingga nilai pH dalam air kolam stabil.

Kedua media filter ini dipilih karena ukurannya yang kecil sehingga pada saat proses pembersihan otomatis kotoran dapat diuraikan dan dibuang tanpa adanya bantuan manusia. Proses pembersihan dari kedua media filter memiliki waktu yang berbeda dikarenakan media filter kaldness akan membutuhkan waktu yang lebih banyak supaya limbah yang menempel pada media filter dapat terurai dengan baik sehingga tidak ada limbah yang tersisa dalam chamber filter. Proses pembersihan media kaldness akan berlangsung selama 30 menit, sedangkan untuk media filter bioball hanya membutuhkan waktu 7 menit.

III. PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Langkah pengujian pada sirkulasi air dan media filter pada sistem ini memiliki beberapa tahapan pada masing-masing sub-sistem, dimana untuk pengujian sirkulasi air perlu dilakukan pengujian jalur pipa dan chamber filter, uji kebocoran serta uji fungsionalitas dari komponen alat. Uji jalur pipa dan chamber filter dilakukan untuk membuktikan bahwa ukuran pipa dan chamber yang digunakan sesuai dengan kapasitas pompa dan volume kolam ikan. Uji kebocoran dilakukan untuk memeriksa apabila pada setiap komponen terdapat kebocoran maupun retakan yang dapat mengakibatkan sirkulasi tidak bisa berjalan dengan baik. Uji kebocoran ini juga dilakukan untuk memdemonstrasikan apakah ukuran pipa sudah cukup dengan ukuran chamber dan kapasitas pompa. Selanjutnya adalah uji fungsionalitas, pengujian ini dilakukan untuk memeriksa setiap komponen alat yang terlibat sudah selaras dengan satu sama lain dan memenuhi konsep awal.

Setelah itu untuk pengujian media filter terdiri atas 3 (tiga) tahapan yaitu uji efisiensi filter, uji kecepatan aliran dan uji pembersihan media filter. Pengujian efisiensi filter dilakukan untuk memantau kinerja media filter yang digunakan pada sistem sudah bekerja dengan efisien sesuai dengan peran yang ditentukan. Pengujian ini dilakukan supaya media filter bisa dibuktikan efektif untuk sistem otomatis sehingga komponen ini mendukung untuk digunakan. Lalu untuk uji kecepatan aliran dilakukan untuk mengukur cepat laju aliran air saat air bersirkulasi pada chamber. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa laju aliran pada chamber filter tidak terlalu tinggi maupun terlalu rendah. Terakhir adalah pengujian pembersihan media filter, pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa pembersihan otomatis pada media filter sudah cukup efektif untuk membersihkan limbah yang menumpuk pada media chamber filter.

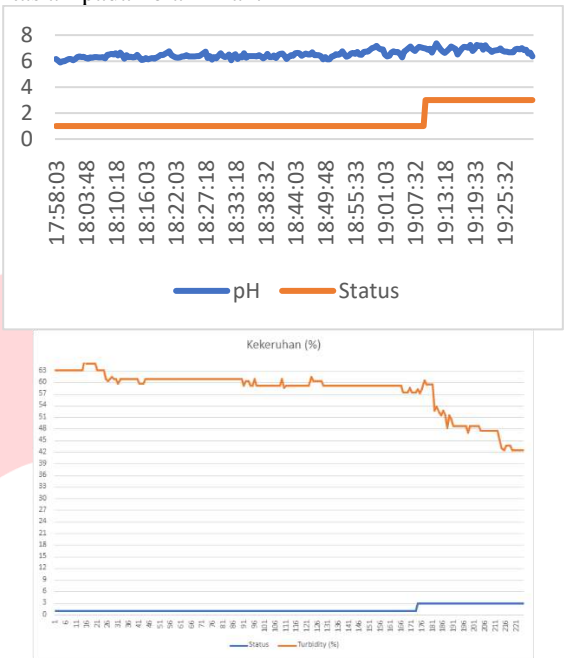
B. Analisis Hasil

Dari uji coba sirkulasi kolam yang sudah dilakukan, hasil pengujian jalur pipa dan kinerja chamber filter menunjukkan bahwa ukuran chamber filter sudah sesuai dengan volume kolam, sehingga air di dalam chamber bisa mengalir dengan lancar dan mencegah kemungkinan terjadinya kebocoran. Keluaran debit air dari kolam telah dikonfirmasi sebanding dengan debit masuk air, sehingga ukuran chamber dan pipa yang digunakan sudah efektif. Pengujian terhadap dampak dari ketinggian chamber juga menunjukkan bahwa aliran air tetap optimal pada variasi ketinggian chamber.

GAMBAR 3.2.1
Pengujian Sirkulasi Air

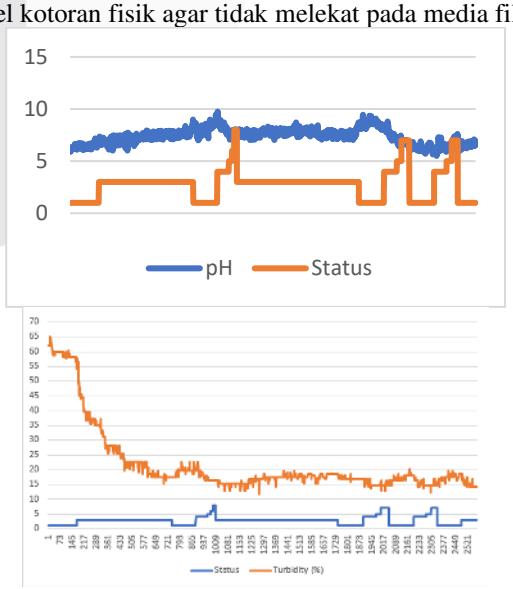
Dalam hasil uji coba terkait kebocoran, tidak ada indikasi kebocoran atau keretakan yang terdeteksi pada kolam, chamber filter, atau pipa dalam sistem. Integritas struktural sistem pipa instalasi sirkulasi air telah terbukti kokoh. Semua komponen beroperasi baik pada uji fungsionalitas. Pengujian pompa, pengisian, pengosongan kolam, dan aliran air pada chamber filter sukses, memastikan kolam dan chamber filter berfungsi optimal. Semua komponen dan perangkat beroperasi optimal untuk melakukan proses sirkulasi. Setelah itu, tahap pengujian fungsional mengarah pada bahwa semua komponen yang digunakan dalam sistem bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Pengujian pompa menunjukkan bahwa pompa bekerja dengan lancar dan dapat mengalirkan air sesuai spesifikasi. Tes pengisian dan pengurasan memastikan bahwa kolam dan filter dapat menampung air sesuai kapasitasnya dan saluran pembuangan filter di dalam chamber beroperasi secara efisien.

Untuk pengujian media filter, telah diperoleh hasil uji kecepatan aliran menunjukkan bahwa aliran air pada media filter berada dalam kisaran yang tepat untuk mencapai efisiensi dan performa filtrasi yang optimal. Kecepatan aliran yang tepat memastikan bahwa media filter tidak terlalu tercemar atau mengalami tekanan berlebih, menjaga kualitas air dalam kolam tetap terjaga. Untuk pengujian media filter yang telah dilaksanakan, hasil pengujian efisiensi filter menunjukkan bahwa media filter kaldness dan bioball berfungsi sesuai dengan fungsinya masing-masing dan berhasil meningkatkan kualitas air secara berkala. Filter media kaldness berhasil menghilangkan partikel fisik secara efektif berkat ukurannya yang sangat kecil, sementara bioball berperan untuk menyeimbangkan pH air. Setelah selesai melakukan pengujian penyaringan, efisiensi filterisasi yang dihasilkan dari media yang digunakan berhasil dikonfirmasi. Terdapat perubahan signifikan pada ndilai pH dan kekeruhan sebelum pompa diaktifkan berada pada kisaran 6,22 dan sistem ini dilakukan dengan langkah pertamanya adalah mengaktifkan pompa selama satu jam. Berdasarkan grafik yang didapatkan, nilai pH air pada kolam ikan sedikit demi sedikit mengalami kenaikan, hingga pada saat pompa telah menyala selama satu jam nilai pH berubah menjadi stabil dan berada pada nilai yang aman untuk ikan nila. Begitu pula dengan nilai kekeruhan, yang perlahan menurun ketika pompa dinyalakan. Hal ini dapat menunjukkan bahwa media filter kaldness dan bioball sudah cukup efektif dalam pengelolaan kualitas air pada kolam ikan.



GAMBAR 3.2.3
Grafik pH dan kekeruhan air terhadap Waktu setelah Pompa Dinyalakan

Selanjutnya, hasil pengujian proses pembersihan media filter menunjukkan bahwa sistem filtrasi air kolam berjalan dengan baik dan media filtrasi berada dalam kondisi optimal untuk menjaga kualitas air yang baik. Pembersihan filter secara berkala menggunakan aerator dan penyesuaian pada valve pipa terbukti cukup berhasil dalam menghilangkan limbah yang menumpuk pada media filter. Proses pembersihan dengan menggunakan gelembung udara yang dihasilkan oleh aerator efektif dalam membantu menguraikan partikel kotoran fisik agar tidak melekat pada media filter.



GAMBAR 3.2.1
Grafik pH dan kekeruhan air terhadap Waktu setelah Self-Maintenance setelah Dijalankan

Dari grafik di atas terlihat bahwa nilai pH perlahan-lahan membaik dan menjadi relatif stabil setelah pembersihan media filter menggunakan metode self-maintenance. Meskipun pembersihan otomatis dengan aerator terbukti efektif, perlu diperhatikan bahwa pembersihan media filter kaldness membutuhkan waktu lebih dari 30 menit karena waktu tersebut tidak cukup untuk mengurai limbah yang menempel pada media filter kaldness secara menyeluruh. Namun untuk menjaga efisiensi valve dan menghindari resiko kerusakan solenoid valve, pembersihan dalam waktu 30 menit sudah mencukupi kebutuhan pembersihan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan untuk sistem filterisasi pada sirkulasi air tertutup yang sudah dirancang untuk sistem monitoring dan otomasi pada kolam budidaya ikan nila. Sistem yang telah dirancang sudah sesuai dengan konsep yang telah ditentukan. Air mampu bersirkulasi dengan optimal dengan menggunakan ukuran pipa dan chamber yang telah diaplikasikan pada sistem. Media filter yang digunakan cukup efektif untuk digunakan sebagai filterisasi kolam budiaya ikan nila dan mampu menyaring limbah kolam dengan baik. Pembersihan otomatis yang dimanfaatkan mampu membersihkan limbah yang menumpuk pada media filter namun untuk media filter kaldness membutuhkan waktu yang lebih banyak untuk melakukan pembersihan secara menyeluruh.

REFERENSI

[1] Admi Athirah, Akhmad Mustafa, Michael A. Rimmer, "Perubahan Kualitas Air pada Budidaya Ikan Nila (Oreochromis niloticus) di Tambak Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan," vol. 1, no. 1, pp. 1065-1075, 2013.

[2] E. A. T. E. RR.Vanya Rhossitha Diansari, "Pengaruh Kepadatan Yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan Dan Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Pada Sistem Resirkulasi Dengan Filter Zeolit," vol. 2, no. 3, pp. 37-45, 2013.

[3] M. K. M. Nasir A, "Pengaruh penggunaan beberapa jenis filter alami terhadap pertumbuhan, sintasan dan kualitas air dalam pemeliharaan ikan mas (Cyprinus carpio)," vol. 3, no. 1, pp. 33-39, 2016.

[4] B. S. N. N. Rezki, "Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Air Berdasarkan pH Air dan Kekeruhan," vol. 9, no. 3, pp. 297-303, 2014.

[5] J. H. D. H. Ayudya Wisma Hapsari, "Aplikasi Komposisi Filter Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan NILA (Oreochromis niloticus) PADA SISTEM RESIRKULASI," vol. 4, no. 1, pp. 39-50, 2020.

[6] Y. PRASETYO, ""Pengaruh Jenis Filter Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah (Oreochromis Niloticus) Pada Media Pemeliharaan Air Payau Sistem Resirkulasi," pp. 1-17, 2018.