

NASKAH ORISINAL

Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Terintegrasi IoT pada *Vertical Crab House* untuk Meningkatkan Potensi Hidup Kepiting Bakau di PT. Crab Crab Aquatic

Safira Firdaus Mujiyanti^{1,*} | Murry Raditya¹ | Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho¹ | Purwadi Agus Darwito² | Erna Septyaningrum² | Muhammad Ikhsanuddin Zein¹ | Rajendra Lokeswara¹ | Muhammad Akmal Rishwanda³ | Tiffany Rachmania Darmawan¹ | Abdul Rohid¹ | Tepy Lindia Nanta¹

¹Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

²Departemen Teknik Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

³Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Safira Firdaus Mujiyanti, Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: safira.firdaus@its.ac.id

Alamat

Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Budidaya kepiting bakau dengan *Vertical Crab House* menjadi alternatif pembebasan kepiting dengan lahan terbatas untuk memenuhi permintaan di perkotaan. Namun masih banyak resiko kematian kepiting bakau disebabkan proses pengendalian kualitas air masih manual dalam mengendalikan kualitas air sirkulasi. Hal ini membutuhkan tenaga manusia dan waktu ekstra untuk memastikan kualitas air sirkulasi sesuai dengan kondisi lingkungan pertumbuhan kepiting bakau. Ditambah lagi metode *Vertical Crab House* tidak dapat mengidentifikasi kondisi kualitas air secara tepat, tidak dapat mengecek kondisi kualitas air secara *real-time*, dan tidak dapat mengecek kondisi temperatur, salinitas, amonia, dan pH secara simultan. Kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan parameter dan tidak termonitor membuat resiko kematian kepiting bakau masih sangat tinggi sehingga menyebabkan pembudidaya mengalami kerugian yang cukup besar. Permasalahan tersebut menjadi dasar terciptanya sistem otomatisasi pengendalian kualitas air untuk mengoptimalkan proses budidaya kepiting bakau dengan metode *Vertical Crab House*. Proses pengendalian kualitas air tersebut dilakukan dengan memasang sensor, kontroler, dan aktuator yang diintegrasikan sehingga proses pengendalian kualitas air dapat berjalan terus-menerus untuk memastikan air yang tersirkulasi sesuai dengan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan kepiting bakau. Selain itu, kualitas air sirkulasi pada budidaya dapat dipantau secara *real-time* melalui aplikasi *smartphone*.

Kata Kunci:

Budidaya Kepiting, *Internet of Things*, Kontrol Kualitas Air, Sistem Monitoring

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Kepiting bakau menjadi hasil budidaya perikanan yang cukup banyak diminati oleh masyarakat, khususnya di perkotaan^[1]. Budidaya kepiting bakau menggunakan metode *Vertical Crab House* di daerah perkotaan merupakan pengembangan dari metode budidaya kepiting yang ada sebelumnya, yaitu metode keramba dan metode keramba menggunakan *box*. Namun, saat ini budidaya dengan metode *Vertical Crab House* dinilai belum efektif dan efisien. Terdapat permasalahan yang dialami oleh pembudidaya dimana masih banyak resiko kematian kepiting bakau disebabkan proses pengendalian kualitas air masih menggunakan manusia atau manual dalam mengendalikan kualitas air sirkulasi^[2]. Hal ini mengakibatkan membutuhkan tenaga manusia dan waktu yang ekstra untuk memastikan kualitas air sirkulasi sesuai dengan kondisi lingkungan pertumbuhan kepiting bakau. Terdapat beberapa kelemahan dari metode *Vertical Crab House*, diantaranya tidak dapat mengidentifikasi kondisi kualitas air secara tepat, tidak dapat mengecek kondisi kualitas air secara *real-time*, dan tidak dapat mengecek kondisi temperatur, salinitas, amonia, dan pH secara simultan dimana batas parameter tersebut diantaranya temperature 25- 35°C, salinitas 15-25 ppt, pH 7,5-9, dan amonia <0,1 ppm^[3]. Akibatnya, resiko kematian kepiting bakau masih sangat tinggi sehingga menyebabkan pembudidaya mengalami kerugian yang cukup besar.

Dari paparan yang telah disampaikan, permasalahan tersebut menjadi dasar terciptanya sistem otomatisasi pengendalian kualitas air untuk mengoptimalkan proses budidaya kepiting bakau dengan metode *Vertical Crab House*. Proses pengendalian kualitas air tersebut dilakukan dengan memasang sensor, kontroler, dan aktuator yang diintegrasikan sehingga proses pengendalian kualitas air dapat berjalan terus-menerus untuk memastikan air yang tersirkulasi sesuai dengan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan kepiting bakau. Selain itu, kualitas air sirkulasi pada budidaya dapat dipantau secara *real-time* melalui aplikasi *smartphone*.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi dan survei yang telah dilakukan, metode *Vertical Crab House* yang digunakan saat ini masih memiliki kekurangan dimana budidaya ini masih menggunakan pengecekan parameter kualitas air, seperti temperatur, pH, salinitas, dan ammonia secara manual sehingga pengecekan masing-masing parameter masih belum tepat, belum *real-time*, dan belum simultan. Akibatnya, risiko kematian kepiting bakau masih sangat tinggi. Solusi yang dapat digunakan untuk menghadapi permasalahan tersebut adalah pembuatan dan penerapan *VertiCrab: Smart Vertical Crab House*. Sistem ini menggunakan parameter dalam menentukan kualitas air dimana parameter kualitas air yang baik untuk kepiting bakau adalah menyesuaikan dengan habitat aslinya yang diukur dengan empat parameter fisis, yaitu temperatur, kadar pH, salinitas, dan ammonia air. Produk ini memudahkan pembudidaya karena air budidaya kepiting yang digunakan akan otomatis menyesuaikan habitat yang sesuai. Dalam merencanakan temperatur digunakan heater sebagai pemanas air serta pompa DC untuk menambahkan air secara otomatis dengan temperatur yang lebih rendah jika temperatur diatas *set point*, lalu dalam menstabilkan pH diperlukan larutan pengatur pH agar pH air stabil dengan bantuan pompa DC mini untuk mengatur inlet cairan tambahan asam atau basa. Tingkat salinitas diatur dengan menambahkan garam sintesis yang dilarutkan dalam air, sehingga ketika salinitas turun pompa akan memindahkan larutan garam sintesis kedalam pipa sirkulasi, namun ketika kadar garam tinggi, maka air tawar akan ditambahkan menggunakan pompa DC mini. Begitu pun dengan kadar ammonia dalam air dimana aktuator yang digunakan untuk mengurangi kadar ammonia di air adalah dengan menggunakan skimmer.

Sistem sirkulasi air pada produk ini dilakukan untuk menghindari air menjadi kotor. Air ditampung pada wadah yang berukuran 95 liter dan air dipompa untuk masuk ke *box* kepiting, lalu air yang sudah masuk *box* akan turun dan masuk ke pipa untuk dimasukkan ke filter air yang terdiri dari 3, yakni busa, bioball, dan kulit kerang untuk menyaring kotoran yang sifatnya fisis. Setelah masuk filter, air akan masuk ke skimmer untuk mereduksi kadar ammonia dari kotoran kepiting. Kondisi air dalam sirkulasi juga dapat dilihat menggunakan aplikasi, sehingga pembudidaya dapat mengetahui kualitas air secara *real-time*. Produk ini memberikan kemudahan pengguna untuk mengendalikan kualitas air dari lingkungan habitat asli kepiting bakau. Terdapat 4 parameter yakni temperatur, salinitas, pH, dan amonia. Yang kemudian data dari 4 sensor diolah pada mikrokontroler sehingga mikrokontroler dapat menggerakkan aktuator seperti *relay* dan *heater* yang dapat mengendalikan plant sesuai dengan setpoint yang ditentukan. Langkah selanjutnya adalah perancangan mekanik dengan dimensi ruang kepiting (P 20 cm x L 36 cm x T 16 cm) yang dibuat dengan menggunakan bahan besi hollow 4 x 4 cm dan pompa dengan spesifikasi debit 4 liter per menit dan

tekanan 100 Psi / 6.5bar. Empat variabel yang dikendalikan, meliputi data temperatur, pH, salinitas, dan amonia akan dikirim ke database yang akan ditampilkan pada *smartphone*.

1.3 | Target Luaran

Target luaran dari solusi yang ditawarkan diantaranya yang pertama terciptanya produk otomatisasi menggunakan kontrol dan monitoring secara otomatis pada budidaya kepiting bakau. Produk ini dirancang dengan tujuan agar pengecekan kondisi kualitas air dapat dilaksanakan secara otomatis dan *real-time*. Kedua, penerapan produk dilakukan dengan tujuan untuk melakukan uji coba secara langsung dengan membandingkan produk yang diciptakan dengan produk yang ada sebelumnya. Apabila produk berhasil dijalankan dengan baik maka tim perlu memberikan pemahaman dalam mengoperasikan produk dan menjalankan aplikasi *mobile* pada *smartphone* pengguna. Selain itu, tim juga memberikan pemahaman dalam melakukan *maintenance* alat pasca panen, salah satunya seperti penggantian komponen filter agar dapat mengoperasikan produk, aplikasi *mobile*, hingga *maintenance* produk.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

2.1 | Konsep *Vertical Crab House*

Konsep *Vertical Crab House* adalah sebuah desain rumah pemeliharaan kepiting bakau yang dibuat secara vertikal dan memanfaatkan ruang secara efisien^[4]. Sistem pengendalian kualitas air memiliki beberapa sensor yang terintegrasi dengan Rumah Kepiting Vertikal, seperti sensori pH, temperatur, dan salinitas^[5]. Sistem pengendalian akan mengolah data dan memutuskan tindakan untuk memastikan kualitas air yang baik bagi kepiting. Konsep *vertical crab house* menggunakan konsep budidaya kepiting dengan memanfaatkan sistem rumah vertikal. Sistem ini memanfaatkan ruang yang lebih efisien dan dapat menghasilkan produksi kepiting yang lebih banyak dan berkualitas. Hal ini memudahkan penggunaan ruang yang lebih efisien dan dapat menghasilkan produksi yang lebih tinggi. Selain itu, pada sistem *vertical crab house*, pengendalian lingkungan lebih mudah dilakukan. Setiap lapisan dapat diatur kondisi lingkungan yang optimal untuk kehidupan kepiting^[6]. Sistem ini memastikan kondisi air di dalam kandang tetap stabil dan dapat menjaga kualitas air yang optimal untuk kehidupan kepiting. Selain itu, dimanfaatkan teknologi *Internet of Things* untuk memonitor kondisi lingkungan rumah secara *real-time*. Gambar (1) merupakan konsep *Vertical Crab House*.



Gambar 1 *Vertical Crab House*.

2.2 | Budidaya Kepiting Bakau

Budidaya kepiting bakau adalah kegiatan usaha yang memelihara dan mengembangbiakkan kepiting bakau sebagai sumber protein dan sumber ekonomi^[7]. Kepiting bakau adalah jenis kepiting yang hidup di dasar perairan dan tumbuh di tanaman bakau sebagai habitatnya^[8]. Pada tahap pemilihan lokasi budidaya, diperlukan lokasi yang memiliki kondisi air yang baik dan memenuhi persyaratan kualitas air bagi kepiting^[9]. Tahap berikutnya adalah pembentukan tanaman bakau sebagai habitat, dimana tanaman bakau harus ditanam dan dipelihara agar tumbuh dengan baik sebagai tempat hidup bagi kepiting^[10]. Namun, budidaya kepiting bakau dapat memberikan dampak terhadap lingkungan hidup, seperti pencemaran air dan kerusakan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan standar lingkungan hidup yang harus dipatuhi oleh pengusaha kepiting bakau untuk menjaga kualitas lingkungan hidup dan keberlanjutan usaha.

Terdapat beberapa aspek standar lingkungan hidup pada budidaya kepiting bakau, yaitu pemilihan lokasi budidaya harus memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh pemerintah, seperti jarak dari pemukiman penduduk, jarak dari kawasan konservasi, dan kualitas air yang memadai. Pemilihan lokasi yang tepat dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan hidup. Kepiting bakau biasanya dibudidayakan di tambak yang memerlukan penggunaan lahan. Penggunaan lahan harus memperhatikan aspek keberlanjutan, seperti penggunaan sistem rotasi tanaman, penggunaan pupuk organik, dan penerapan teknologi *green farming*.



Gambar 2 Kepiting Bakau.

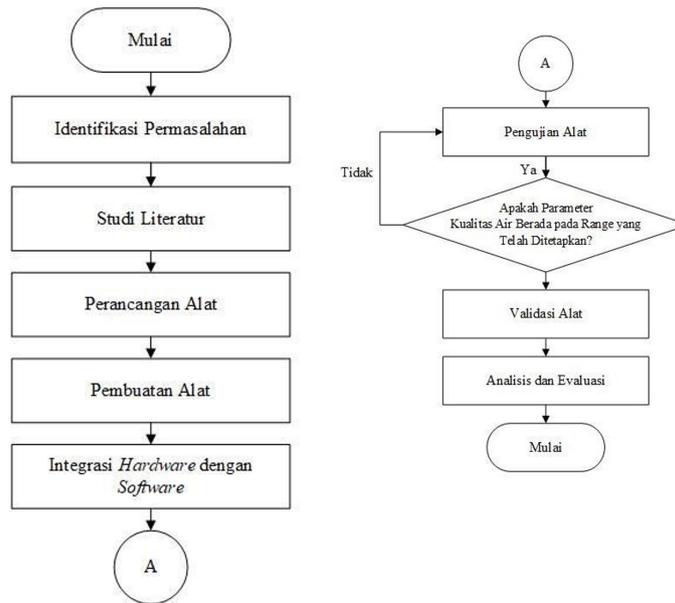
Penggunaan air harus diatur dengan baik untuk mencegah pencemaran dan penyebaran penyakit. Air yang digunakan harus berasal dari sumber yang terjamin kualitasnya.

2.3 | Internet of Things

IoT dapat diterapkan untuk memantau kondisi lingkungan hidup kepiting secara real-time dan memberikan peringatan dini pada pengelola jika terjadi perubahan yang memerlukan perhatian. Dalam hal ini, penerapan IoT dapat dilakukan melalui penggunaan sensor dan perangkat pintar yang terintegrasi dalam konsep *Smart Vertical Crab House*^[11]. Beberapa contoh penerapan IoT pada *Smart Vertical Crab House* antara lain seperti sensor suhu dan pH dapat dipasang di dalam rumah kepiting untuk memonitor kondisi lingkungan hidup kepiting. Data yang dihasilkan dapat dikirimkan secara *real-time* ke perangkat pintar yang terhubung ke jaringan IoT, seperti *smartphone* atau tablet, sehingga pengelola dapat memantau kondisi lingkungan hidup kepiting dari jarak jauh dan mengambil tindakan jika terjadi perubahan yang memerlukan perhatian. Lalu terdapat sistem otomasi dapat diterapkan pada *Smart Vertical Crab House* untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meminimalkan kehilangan data. Contohnya, jika suhu dalam rumah kepiting naik di luar batas normal, sensor suhu akan memberikan peringatan dini pada pengelola melalui notifikasi pada perangkat pintar serta IoT pada *Smart Vertical Crab House* juga dapat diintegrasikan dengan sistem lain yang ada, seperti sistem manajemen inventaris atau sistem manajemen produksi. Dengan demikian, pengelola dapat memantau dan mengoptimalkan berbagai aspek kegiatan usaha secara terintegrasi. Penerapan IoT pada *Smart Vertical Crab House* dapat membantu dalam meminimalkan resiko kematian kepiting, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan meningkatkan efisiensi pengelolaan usaha. Namun, perlu diperhatikan juga keamanan data dan privasi pengguna, sehingga data yang dikumpulkan dan dikirimkan melalui jaringan IoT tidak disalahgunakan.

3 | METODE KEGIATAN

Dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan beberapa tahapan mulai dari tahap studi literatur sampai dengan tahap pembuatan laporan akhir. Berikut merupakan adalah diagram alir pelaksanaan kegiatan dan penjelasan metode kegiatan.



Gambar 3 Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan.

3.1 | Identifikasi Permasalahan

Identifikasi permasalahan bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada budidaya dengan metode yang telah ada dengan melakukan survei dan wawancara dengan pembudidaya sehingga didapatkan permasalahan pembudidaya untuk dikembangkannya alat portabel pemantauan dan pengendalian temperatur, pH, dan salinitas kualitas air budidaya. Adanya alat portabel pemantauan dan pengendalian parameter temperatur, pH, dan salinitas dapat membantu pembudidaya dalam melakukan budidaya yang optimal dan mengurangi adanya risiko kematian kepiting.

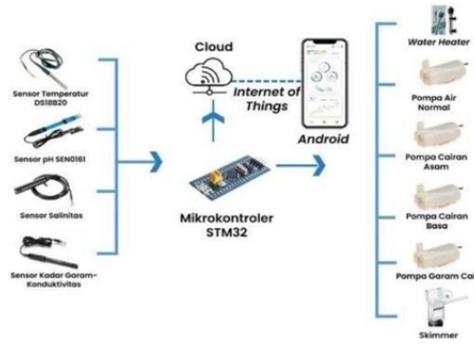
3.2 | Studi Literatur

Pada studi literatur dicari bahan yang berkaitan dengan budidaya kepiting bakau untuk dibanding- bandingkan. Kemudian juga dicari tentang pembuatan sistem *Vertical Crab House* yang untuk budidaya kepiting bakau di lahan perkotaan dengan rekayasa lingkungan agar sesuai dengan habitat kepiting bakau serta pengkondisian sirkulasi dan kualitas air yang baik dalam prinsip kerja dan cara pembuatannya.

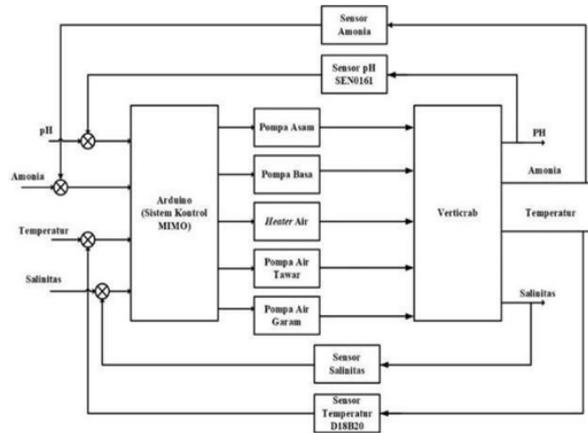
3.3 | Perancangan Alat

Perancangan sistem pada *automatic Vertical Crab House* dilakukan untuk mempermudah visualisasi produk. Pada tahap ini dilakukan desain 3D. Langkah selanjutnya adalah penentuan spesifikasi alat yang akan digunakan. Cara kerja dari alat ini adalah dengan mengendalikan empat variabel, yakni temperatur, salinitas, amonia, dan PH air, sensor empat variabel tersebut akan diolah melalui kontroler STM32 yang selanjutnya akan memerintahkan aktuator untuk menjalankan tugasnya. Kondisi air dalam sirkulasi juga dapat dilihat menggunakan aplikasi, sehingga pembudidaya dapat mengetahui kualitas air secara *real-time* kapanpun dan dimanapun. Kinerja komponen dapat dilihat pada Gambar (4).

Sesuai dengan diagram blok terdapat 4 parameter yakni temperatur, salinitas, ph, dan amonia. Yang kemudian data dari 4 sensor diolah pada mikrokontroler sehingga mikrokontroler dapat menggerakkan aktuator seperti relay, dan heater yang dapat

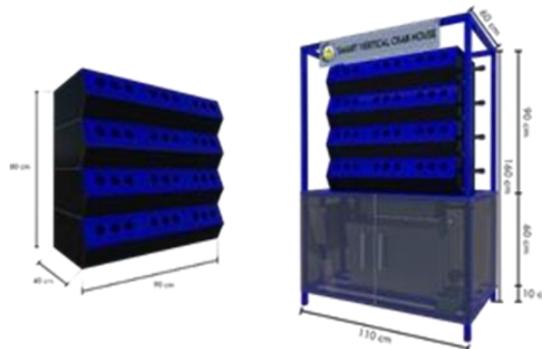


Gambar 4 Kinerja Komponen.



Gambar 5 Diagram Blok Pengendalian.

mengendalikan plant sesuai dengan setpoint yang ditentukan. Langkah selanjutnya adalah perancangan mekanik dengan dimensi ruang kepiting (P 20 cm x L 36 cm x T 16 cm) yang dibuat dengan menggunakan bahan besi hollow 4 x 4cm dan pompa dengan spesifikasi debit 4 liter per menit dan Tekanan 100 Psi / 6.5 bar. Gambar (6) adalah desain dari inovasi alat ini.



Gambar 6 Desain Alat.

Empat variabel yang dikendalikan, meliputi data temperatur, pH, salinitas, dan amonia akan dikirim ke database yang akan ditampilkan pada *smartphone*. Berikut adalah tampilan aplikasi *mobile* yang dapat diakses oleh pembudidaya.

3.4 | Validasi Alat

Pada tahap ini melakukan proses validasi sensor dengan alat ukur yang valid. Validasi dilakukan dengan membandingkan alat ukur yang sudah sesuai dengan standart nasional maupun internasional. Pengujian sensor ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor sudah sesuai dengan pembacaan alat ukur yang standar dengan nilai error <5%.

3.5 | Analisis dan Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan analisis dan evaluasi dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan. Parameter yang ditinjau sistem kerja program otomatisasi *Vertical Crab House*. Selain itu, analisa juga membahas tentang biaya operasional, efektivitas kerja, hasil yang diperoleh dan kelayakan penerapan usaha budidaya kepiting dengan metode otomatisasi *Vertical Crab House*.

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Sistem Sirkulasi Air

Sistem sirkulasi air pada *VertiCrab* berjalan untuk menghindari air menjadi kotor. Air ditampung pada wadah yang berukuran 95 liter dan air dipompa untuk masuk ke box kepiting, lalu air yang sudah masuk box akan turun dan masuk ke pipa untuk dimasukkan ke filter air yang terdiri dari 3, yakni busa, bioball, dan kulit kerrang untuk menyaring kotoran yang sifatnya fisis. Setelah masuk filter, air akan masuk ke skimmer untuk mereduksi kadar ammonia dari kotoran kepiting.

Produk ini memberikan kemudahan pengguna untuk mengendalikan kualitas air dari lingkungan habitat asli kepiting bakau. Sebelum digunakan, mesin melewati tahap uji terlebih dahulu, antara lain:

1. Pengujian Komponen Elektrik (Tabel 1)

Tabel 1 Pengujian Komponen Elektrik

| Nama Komponen | Pengujian | Hasil |
|-------------------------------------|---|----------------------------------|
| Sensor PH | Sensor mampu membaca nilai pH | Nilai akurasi 97,86% (sesuai) |
| Sensor Temperatur DS18B20 | Sensor mampu membaca nilai temperatur air | Nilai akurasi 97,77% (sesuai) |
| Sensor TDS Salinitas | Sensor mampu membaca nilai salinitas | Nilai akurasi 97,19% (sesuai) |
| Pompa untuk Pengendalian PH | Pompa untuk asam bekerja jika ph di atas 9 Pompa untuk asam bekerja jika ph di bawah 7,5 | Sesuai Sesuai |
| Pompa untuk Pengendalian Salinitas | Pompa untuk air garam bekerja jika salinitas di atas 25 Pompa untuk air tawar bekerja jika salinitas di bawah 15 | Sesuai Sesuai |
| Pompa untuk Pengendalian Temperatur | Pompa untuk air dengan temepatur normal bekerja jika jika temepatur di atas 35 | Sesuai |
| Heater | Heater akan menyala jika temperatur di bawah 25 | Sesuai |
| Mikrokontroler | Penerimaan nilai kualitas air dan pengiriman ke aplikasi | Sesuai |
| Aplikasi | Tampilan nilai pada aplikasi sesuai dengan kondisi <i>real-time</i> | Sesuai |

2. Pengujian Mekanik (Tabel 2)

Tabel 2 Pengujian Mekanik

| Nama Komponen | Pengujian | Hasil |
|--------------------------|---|--------|
| Perpipaan | Semua pipa tersambung tanpa kebocoran | Sesuai |
| Pompa Sirkulasi Air | Pompa dapat mendistribusikan air dengan pipa sesuai dengan box kepiting | Sesuai |
| Kerangka Stainless Steel | Kerangka menahan beban hingga 12 box | Sesuai |

3. Pengujian Kepiting Bakau (Tabel 3)

Pengujian dilakukan untuk melihat pertumbuhan massa kepiting.

Tabel 3 Pengujian Kepiting Bakau

| Kepiting ke- | Massa Kepiting Bakau Minggu ke – (g) | | | |
|--------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 47,96 | 48,99 | 50,62 | 52,23 |
| 2 | 50,11 | 51,45 | 53,02 | 53,56 |
| 3 | 45,37 | 45,87 | 46,32 | 46,67 |
| 4 | 49,65 | 50,22 | 50,61 | 51,01 |

Dari hasil percobaan diatas dan dampak terhadap pertumbuhan kepiting, dapat disimpulkan bahwa *VertiCrab* siap untuk digunakan dan dikomersilkan.

4.2 | Sistem Pengendalian Kualitas Air pada Budidaya Kepiting Bakau

Penjelasan terkait cara kerja sistem kontrol pada pengendalian kualitas air budidaya kepiting bakau akan digambarkan dengan diagram alir pada lampiran. Parameter kualitas air yang baik untuk kepiting baku untuk menyesuaikan dengan habitat aslinya diukur dengan tiga parameter fisis, yaitu temperatur, kadar pH, dan salinitas air. Produk ini memudahkan masyarakat yang membudidayakan kepiting dengan produk ini, karena air yang digunakan akan otomatis menyesuaikan habitat yang sesuai.

Dalam merekayasa temperatur digunakan *heater* sebagai pemanas air serta pompa DC untuk menambahkan air secara otomatis dengan temeperatur yang lebih rendah jika temperatur diatas setpoint, lalu dalam menstabilkan pH diperlukan larutan pengatur pH agar pH air stabil dengan bantuan pompa DC mini untuk mengatur inlet cairan tambahan asam atau basa.

Tingkat salinitas diatur dengan menambahkan garam sintesis yang dilarutkan dalam air, sehingga ketika salinitas turun pompa akan memindahkan larutan garam sintesis kedalam pipa sirkulasi, namun ketika kadar garam tinggi, maka air tawar akan ditambahkan menggunakan pompa DC mini. Kondisi air dalam sirkulasi juga dapat dilihat menggunakan aplikasi, sehingga pembudidaya dapat mengetahui kualitas air secara *real-time*.

Komponen pada pengendalian kualitas air dapat dilihat pada Tabel 4 .

Tabel 4 Komponen yang Digunakan

| Nama Komponen | Fungsi | Jumlah |
|----------------------------|--|-------------------|
| Sensor temperature DS18B20 | Mengukur Temperatur air | 1 buah |
| Sensor pH SEN0161 | Mengukur pH air | 1 buah |
| Sensor TDS | Mengukur salinitas air | 1 buah |
| Mini pompa DC 5 V | Menambahkan cairan basa, menambahkan cairan asam, Menambahkan cairan garam sintetis, Menambahkan air temeperatur normal dan kandungan TDS normal sebagai penstabil salinitas dan temperature | Mini pompa DC 5 V |
| <i>Heater air</i> | Menghangatkan air jika dibawah <i>setpoint</i> | 1 buah |

4.3 | Perbandingan dengan Metode Budidaya Kepiting Bakau yang Sudah Dikembangkan

Untuk perbandingan metode budidaya kepiting bakau sudah ada di pasaran dapat dilihat pada Tabel 5 .

Tabel 5 Perbandingan dengan Metode yang Sudah Ada

| Metode Keramba | Metode Keramba Menggunakan <i>Box</i> | Metode <i>Box</i> Kepiting |
|--|--|---|
| Kondisi lingkungan yang tidak menentu karena berada di lahan terbuka dan tidak bisa di perkotaan | Membutuhkan lahan yang cukup luas | Parameter kualitas air masih tidak bisa dikendalikan dengan baik dan masih manual |
| Budidaya keramba masih dicampur sehingga kanibalisme kepiting tinggi | Menyesuaikan kondisi ideal sesuai alam dan habitat aslinya | Monitoring kualitas air belum bisa dikendalikan dari jauh |

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

VertiCrab dilengkapi sistem pengendalian kualitas air pada budidaya kepiting bakau di lahan perkotaan berbasis internet of thing menggunakan sensor temperatur, pH, dan salinitas untuk mengukur parameter kualitas air, lalu dikontrol dengan arduino nano untuk menjalankan logika program, serta pompa DC mini digunakan untuk memompa cairan asam, basa, larutan garam, air tawar normal, dan *heater*. Penggunaan *VertiCrab* mampu meningkatkan peluang hidup kepiting pada budidaya hingga 97,23%. Hasil pengujian didapatkan akurasi sensor pH 97,86%, akurasi sensor temperatur 97,77%, dan akurasi sensor salinitas 97,19%. Dari hasil pengujian akurasi, kinerja sensor tergolong baik. Selanjutnya pengujian kontrol kualitas air untuk mengendalikan parameter air, hasil pengujian kontrol menunjukkan nilai setiap parameter masih dalam rentang *setpoint* dengan habitat kepiting yang optimal. Pertumbuhan massa kepiting menunjukkan pertambahan 32,25% selama 4 minggu. Berdasarkan pengujian, produk ini disimpulkan bahwa sistem telah bekerja dan produk siap digunakan.

5.2 | Saran

Pengembangan produk *VertiCrab* yang dilengkapi sistem pengendalian kualitas air berbasis *internet of thing* adalah penambahan sistem optimasi untuk panen kepiting, karena alat kami masih belum dapat memberikan optimasi kapan kepiting siap dipanen sesuai dengan target pertumbuhan massa kepiting bakau.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini didukung oleh Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Referensi

1. Pi WS, Narti S. Potensi Budidaya Kepiting Bakau (*Scylla Sp.*) di Desa Kuala Pembuang Ii, Kecamatan Seruyan Hilir, Kabupaten Seruyan, Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Belida Indonesia* 2021;1(1).
2. Sathiadhas R, Najmudeen T. Economic evaluation of mud crab farming under different production systems in India. *Aquaculture Economics & Management* 2004;8(1-2):99–110.
3. Hastuti YP, Affandi R, Millaty R, Nurussalam W, Tridesianti S. The best temperature assessment to enhance growth and survival of mud crab *Scylla serrata* in recirculating system. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 2019;11(2):311–322.
4. Akbar SA, Putra DF, Rusydi I. Budidaya Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) Teknologi Apartemen Sistem Resirkulasi Desa Cot Lamkuweuh, Kota Banda Aceh. *Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia* 2023;4(3):518–527.
5. Pedapoli S, Ramudu KR. Effect of water quality parameters on growth and survivability of mud crab (*Scylla tranquebarica*) in grow out culture at Kakinada coast, Andhra Pradesh. *International J of Fisheries and Aquatic Studies* 2014;2(2):163–166.
6. Iromo H, et al. Study of mud crab species (*Scylla spp.*) in brackish waters North Kalimantan Province. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1083 IOP Publishing; 2022. p. 012049.
7. Satu SB, Saha S, Rahman M, Quinitio E, Haque S, Jamandre W, et al. TOPIC AREA: MARKETING, ECONOMIC RISK ASSESSMENT, AND TRADE. FEED THE FUTURE INNOVATION LAB FOR COLLABORATIVE RESEARCH ON AQUACULTURE AND FISHERIES (AQUAFISH INNOVATION LAB) 2016;p. 80.
8. Flint N, Anastasi A, De Valck J, Chua EM, Rose AK, Jackson EL. Using mud crabs (*Scylla serrata*) as environmental indicators in a harbour health report card. *Australasian Journal of Environmental Management* 2021;28(2):188–212.
9. Paterson BD, Mann DL. *Mud crab aquaculture* 2011;.
10. Shen X, Chen M, Yu J. Water environment monitoring system based on neural networks for shrimp cultivation. In: *2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence*, vol. 3 IEEE; 2009. p. 427–431.
11. KARNIATI R, SULISTIYONO N, AMELIA R, SLAMET B, BIMANTARA Y, Basyuni M. Mangrove ecosystem in North Sumatran (Indonesia) forests serves as a suitable habitat for mud crabs (*Scylla serrata* and *S. olivacea*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 2021;22(3).

Cara mengutip artikel ini: Mujiyanti, S.F., Raditya, M., Nugroho, D.O.W., Darwito, P.A., Septyaningrum, E., Zein, M.I., Lokeswara, R., Rishwanda, M.A., Darmawan, T.R., Rohid, A., Nanta, T.L., (2024), Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Terintegrasi IoT pada *Vertical Crab House* untuk Meningkatkan Potensi Hidup Kepiting Bakau di PT. Crab Crab Aquatic, *Sewagati*, 8(3):1598–1607, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i3.914>.