



Image Processing Based Aquaponics Monitoring System

Sistem Monitoring Akuaponik Berbasis Image Processing

*Haryanto*¹⁾, *Desi Anis Anggraini*²⁾, *Miftachul Ulum*³⁾, *Achmad Fiqhi Ibadillah*⁴⁾
^{1,2,3,4)}Departemant Electrical Engineering, Trunojoyo University Madura, Indonesia

¹⁾ haryanto@trunojoyo.ac.id

²⁾ desianis021297@gmail.com

³⁾ Miftachul.ulum@trunojoyo.ec.id

⁴⁾ fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id

Abstract.- Aquaponics means a culture that is very necessary to be applied, because in this system it is a combination of fish farming techniques as well as plant enlargement techniques by hydroponics. This research develops a smart aquaponics system that can control and increase the acidity level, air temperature, fish feed, and the installation of a camera to monitor fish development. In this system, there are sensors installed to retrieve data. Thus, air quality and circulation is well maintained. The results obtained from this study are to test an automatic feed system that runs well for each experiment, with an accurate proportion of 93.33%, and PH measurements that have been calibrated run well, the comparison of manual measurements using the PH meter measurement sensor gets the proportion 97, 83. for the meter Flow measurement results obtained a proportion of 91.02%, then for plant development every week got pretty good results, in the first week the plants grew 1cm after sowing, 3cm for the 2nd week, 7cm for the second week. -3. The results of measuring the weight of fish using image processing are not much different from manual measurements, the length of the fish is measured manually, it is 7 cm, and in the image it is 5.6 cm, the weight of manual fish is 11g, in the image it is 11.66g.

Keywords: Aquaponics; Camera; Android; image processing; flow

Abstrak.- Akuaponik merupakan suatu budaya yang sangat disarankan untuk diterapkan, karena pada sistem ini berupa kombinasi dari teknik budidaya ikan sekaligus teknik pembesaran tanaman dengan cara hidroponik. Penelitian ini merancang sistem akuaponik pintar yang bisa mengendalikan dan pantau tingkat keasaman, pakan ikan, dan pemasangan kamera untuk memantau perkembangan ikan. Dalam sistem ini, ada sensor yang dipasang untuk mengambil data,. Dengan demikian, kualitas dan sirkulasi air terjaga dengan baik. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu untuk pengujian sistem pakan otomatis berjalan dengan cukup baik, dengan persentase keberhasilan 93.33 %, untuk pengukuran PH yang sudah terkalibrasi berjalan dengan baik, perbandingan pengukuran manual dengan pengukuran menggunakan sensor PH meter mendapatkan persentase keberhasilan 97.83% untuk hasil pengukuran sensor *Flow* meter didapatkan persentase keberhasilan sebesar 91.02%, selanjutnya untuk perkembangan tanaman setiap minggu mendapatkan hasil yang cukup baik, pada minggu pertama tanaman diperkirakan tumbuh 1cm setelah penyemaian, 3 cm untuk minggu ke-2, 7cm untuk minggu ke-3. Pengukuran berat ikan menggunakan *Image processing* mendapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan pengukuran secara manual, panjang ikan yang diukur secara manual yaitu 7 cm, dan secara *image* yaitu 5.6 cm, berat ikan manual 11g, secara *image* 11.66g.

Kata kunci: Akuaponik; Android; Kamera; image processing; flow

I. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan salah satu negara dengan penduduk terbesar peringkat keempat sedunia setelah Cina, India, dan Amerika Serikat. Kekayaan sumber daya alam yaitu ikan di laut Indonesia cukup melimpah, hal ini akan terus dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat, yaitu untuk kebutuhan konsumsi masyarakat yang dinilai masih kurang ideal. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mencatat, konsumsi ikan di dalam negeri per oktober baru 93,5% dari target 2019. Masyarakat Indonesia hanya mengonsumsi 50,49 kilo gram (kg) ikan per kapita dari target 54 kg.

Pertumbuhan penduduk yang pesat memberikan tantangan akan kebutuhan pangan masyarakat. 100 hektar per tahun tingkat lahan pertanian di Indonesia dimanfaatkan menjadi lahan non-pertanian. Kebutuhan penggunaan tanah digunakan untuk pembangunan kota yang berkelanjutan. Pertanian perkotaan yang berarti pemenuhan kebutuhan pangan di daerah perkotaan, sedangkan keterbatasan lahan di perkotaan masih menjadi permasalahan bagi penduduk kota, ketersediaan bahan pangan yang sangat minim menjadi ancaman untuk kelangsungan hidup. Kekayaan sumber daya alam yaitu ikan di laut Indonesia cukup melimpah, hal ini akan terus dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat, yaitu untuk kebutuhan konsumsi masyarakat yang dinilai masih kurang ideal.

Akuaponik adalah sistem pertanian berkelanjutan dalam lingkungan simbiotik yang menggabungkan akuakultur dengan hidroponik. Teknik budidaya ikan dan tanaman dengan menggunakan sistem akuaponik ini bisa dikatakan simbiosis mutualisme, karena memanfaatkan limbah organik ikan untuk tanaman, dan membersihkan serta memurnikan air kembali oleh tanaman untuk ikan. Sistem akuaponik merupakan salah satu cara yang efisien untuk memanfaatkan air dan lahan yang tidak berlebihan dan menghasilkan hasil yang maksimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Akuaponik

Sistem akuaponik merupakan salah satu cara yang efisien untuk memanfaatkan air dan lahan yang tidak berlebihan dan menghasilkan hasil yang maksimal Tahun 2018 oleh dosen beserta mahasiswa Universitas Trunojoyo Madura mengeluarkan gagasan bahwa sistem akuaponik merupakan suatu kombinasi dari teknik budidaya ikan dan pembesaran tanaman secara hidroponik, dalam penelitiannya memanfaatkan sistem akuaponik pintar yang mengintegrasikan seluler dan jaringan *internet* secara *real-time* yang secara otomatis dapat mengontrol objek dari jarak jauh dengan dipasang sensor untuk mengambil data dan kemudian ditransmisikan ke *server*[1].

Pada November 2018 mahasiswa Teknik Informatika Universitas Brawijaya juga mengeluarkan ide implementasi akuaponik menggunakan metode *fuzzy* untuk derajat keasaman dan ketinggian air, dalam sistemnya, kadar PH dan level air yang saling dikontrol untuk dipertahankan, dengan memanfaatkan metode *fuzzy-logic* untuk menentukan tingkat kadar keasaman dan ketinggian air pada akuarium[2].

Sistem resirkulasi akuakultur dirancang untuk meningkatkan jumlah ikan yang besar dalam volume air yang relatif kecil dengan mengolah air untuk menghilangkan produk limbah beracun dan kemudian menggunakannya kembali. Sistem yang menanam tanaman tambahan dengan memanfaatkan produk sampingan dari produksi spesies primer disebut sebagai sistem terintegrasi[3]. Akuaponik merupakan konsep pengembangan *bio-integrated farming system*, adalah suatu bentuk teknologi yang memadukan atau mengombinasikan antara teknik budidaya perikanan dan teknik pertanian hidroponik (tanaman/sayuran)[4].

Sistem resirkulasi akuakultur dirancang untuk meningkatkan jumlah ikan yang besar dalam volume air yang relatif kecil dengan mengolah air untuk menghilangkan produk limbah beracun dan kemudian menggunakannya kembali. Sistem yang menanam tanaman tambahan dengan memanfaatkan produk sampingan dari produksi spesies primer disebut sebagai sistem terintegrasi.

Akuaponik bisa dikatakan suatu cara mengurangi pencemaran air yang dihasilkan dari budi daya ikan dan juga merupakan bentuk alternatif yang berfungsi mengurangi pemakaian air[5]. Akuaponik menggunakan air secara terus menerus dari pemeliharaan ikan yang kemudian didistribusikan ke tanaman, dan kemudian dikembalikan ke kolam ikan[6]. Kelebihan sistem akuaponik yaitu memanfaatkan limbah organik pada budidaya ikan sebagai sumber nutrisi untuk budidaya tanaman. Selain itu akuaponik juga memanfaatkan sistem budidaya tanaman untuk membersihkan dan memurnikan air kembali untuk budidaya ikan[7].

2.2 Image Processing

Image processing merupakan suatu bentuk pemrosesan atau pengolahan citra (gambar) sebagai bentuk sinyal *input*, yang kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk gambar lain (*image*) sebagai *output* dengan teknik tertentu. Pada *Image processing* biasanya ada empat tahapan, yang pertama yaitu *pre-processing*, dalam proses ini yang perlu dipersiapkan yaitu sebuah lensa kamera yang berguna untuk mengontrol jumlah cahaya, warna, dan kontras sebagai objek dalam *scene*. Kedua yaitu *Noise Reduction* yang disebut juga *image averaging* yang berguna untuk menghilangkan *noise* dan distorsi. Ketiga yaitu *Gray Scale Modification*, teknik ini yaitu mengatur terang dan gelap dari sebuah *scene*. Terakhir yaitu *Histogram Flattering* yaitu metode untuk

meningkatkan kualitas *image*, dengan menggunakan grafik bar digital untuk mengatur informasi secara statistik.

[Figure 1 about here.]

Tes pH umumnya digunakan di laboratorium kimia untuk mengukur tingkat larutan yang bersifat asam atau basa. tingkat pH biasanya berkisar dari 1 hingga 14; 7 netral; 1 sangat asam dan 14 sangat basa. Ada berbagai teknologi tersedia untuk mengukur nilai pH, tetapi pH paling akurat pengukuran dapat diperoleh dengan pH meter. Kalibrasi pH meter sebelum setiap penggunaan meluas durasi tes Karena alasan tersebut, banyak peneliti telah mulai mencari untuk metode baru untuk menentukan nilai pH, dengan bantuan teknologi berbasis komputer, banyak proses dapat disederhanakan dan dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat waktu. Saat ini, pemrosesan gambar digital dan digital metode analisis gambar telah mendapatkan popularitas di ini aplikasi. Ketika literatur diperiksa, itu dapat dilihat bahwa ada beberapa penelitian yang ditujukan tentukan nilai pH dengan menggunakan teknik pemrosesan gambar[8].

Sistem Pengukuran pada ikan biasanya dilakukan dengan cara manual menggunakan penglihatan dan meteran. Waktu yang digunakan juga sangat lama karena ikan masih dipilih dan dimasukkan ke wadah dan kemudian diukur dan lagi jumlah ikan yang akan diukur tidak sedikit. Sistem pengukuran ikan dengan cara manual tersebut menyebabkan ketidaktepatan, kurang efektif, dan berpengaruh pada ada atau tidaknya seseorang atau pekerja khusus yang biasa menangani proses dalam pengukuran ikan. Maka dari itu dibuatkan teknik pengukuran ikan secara otomatis menggunakan *visual capture* yang bertujuan untuk memudahkan dalam pengukuran menjadi lebih cepat, efektif, dan efisien[9]. Untuk membedakan jenis-jenis ikan berdasarkan ciri-cirinya, telah dirancang suatu sistem pemisah objek mata ikan yang menggunakan metode *thresholding*. Prosesnya dimulai dengan meng-*input* citra digital ikan, yang kemudian dikonversi ke citra *grayscale*[10].

Data citra *grayscale* yang didapat selanjutnya dilakukan proses *scalling* dengan ukuran 200x300 piksel. kemudian cek antar-warna di proses *Thresholding* yang berfungsi mengubah nilai pixel menjadi dua macam yaitu nilai 0 dan 1. Terakhir data citra diekstraksi dengan *edge detection* agar memperoleh data vektor ciri[11]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan ikan nila melalui pengamatan hubungan panjang dan bobot antara ikan nila lokal[12].

Dengan rumus Hubungan Panjang-bobot:

$$W = a L^b$$

Keterangan:

W= Bobot Ikan (g)

L= Panjang Ikan (mm)

a dan b= Konstanta

2.3 Nodemcu ESP8266

NodeMCU adalah firmware berbasis Lua *open-source* dan papan pengembangan yang secara khusus ditargetkan

untuk Aplikasi berbasis *IoT*. Ini termasuk firmware yang berjalan pada *ESP8266 Wi-Fi SoC* dari *Espressif Systems*, dan perangkat keras yang didasarkan pada *modul ESP-12*.

[Figure 2 about here.]

2.4 Sensor pH Meter

Sensor PH meter mempunyai satu *elektrode* yang terhubung ke perangkat elektronik. Sensor ini memiliki fungsi yaitu untuk mengukur tingkat keasaman pada suatu cairan. Prinsip kerja dari sensor PH yaitu ada pada sensor *probe* yang berupa *elektrode* kaca yang akan mengukur jumlah ion H_3^+ yang terkandung dalam larutan, kemudian ion tersebut akan ditukar dengan larutan terukur dengan ujung *probe* yang memiliki ketebalan 0.1 mm terhubung dengan silinder kaca yang tidak memiliki konduktor atau plastik dengan bentuk memanjang.

[Figure 3 about here.]

2.5 Sensor Flow Meter

Flow meter Sensor adalah sebuah alat yang biasanya dipakai untuk menentukan keberadaan aliran dalam jalur tertentu. Ada beberapa bagian dari *Flow meter* utama, yaitu *Flow Meter Sensor* aliran dan *Flow meter* pemancar aliran atau biasa disebut komputer aliran. Beberapa komponen sensor aliran tergantung pada jenis *Flow meter* itu sendiri. Referensi yang biasa adalah kapasitas maksimum, *Flow meter*, tipe koneksi, catu daya, material pipa dan spesifikasi cairan.

Bagian lain *Flow Meter Sensor* yaitu pemancar aliran dan *Flow meter*. Fungsi bagian ini yaitu sinyal sensor yang didapat akan diterjemahkan ke penghitung kecepatan atau sejenisnya, yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk angka. Fungsi lain dari pemancar aliran yaitu memberikan keluaran yang nanti dapat disambungkan ke kontrol yang lainnya.

[Figure 4 about here.]

2.6 Android

Android dibuat untuk perangkat seluler yang merupakan sistem operasi berbasis *linux*. Pertama *Android* berkembang diatas perusahaan *Android, Inc*, yang didukung oleh finansial *google*, yang kemudian dibeli pada tahun 2005, resmi dirilis pada tahun 2007. *Android* termasuk golongan sistem operasi gratis, dan kodenya dirilis oleh *google* dibawah lisensi *apache*. Dengan kode yang terbuka dapat memungkinkan *software* memodifikasi atau mengubah rancangan secara bebas dan didistribusikan oleh para pencipta perangkat. Umumnya *Android* mempunyai banyak kelompok komunitas yang mengembangkan aplikasi menggunakan pemrograman *java* guna memperluas fungsi.

Dengan adanya *platform* yang bersifat gratis ini menjadikan pengembang sistem operasi ini menawarkan kemampuan yang kaya akan inovasi-inovasi unik.

Pengembang bebas menggunakan perangkat keras, mencari informasi, melakukan *background service*, mengeset dan lain sebagainya.

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah *software* yang di gunakan untuk mem-program di *Arduino*, dengan kata lain *Arduino IDE* sebagai media untuk mem-program *board Arduino*. *Arduino IDE* bisa di download secara gratis di *web site resmi Arduino IDE*.

2.8 Python 3.8

Python merupakan sebuah bahasa program bersifat *interpretatif* multiguna dengan filosofi perancangan fokus pada tingkat keterbacaan kode. *Python* disebut sebagai bahasa yang berguna menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, juga dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar secara besar serta komprehensif.

2.9 OpenCV 4.0.25

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) merupakan perangkat lunak yang bertujuan untuk pengolahan citra/gambar dinamis secara *real-time*, Program ini bersifat *opensource* dalam naungan sumber terbuka dari lisensi BSD. Pustaka ini disebut pustaka lintas *platform* yang digunakan sebagian besar untuk pengolahan citra secara *real-time*.

2.10 Ms. Word

Microsoft Word merupakan paket *Microsoft Office* yang berfungsi untuk mempermudah pekerjaan manusia biasanya dalam bidang perkantoran yang meliputi membuat, mengedit, memformat data dokumen.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Blok

[Figure 5 about here.]

Pada sistem ini terdapat beberapa *input* berupa sensor yaitu sensor PH-meter untuk mengukur kadar PH dalam air, sensor *Flow* -meter untuk mengetahui aliran air apakah benar-benar sampai kepada tanaman, terakhir yaitu kamera sebagai *Image processing* untuk mengontrol perkembangan ikan, dari *input-an* tersebut akan di proses di *microcontroller Raspberry Pi*, dan dilanjutkan *microprocessor* untuk di olah data sesuai parameter yang telah ditentukan. ICD data dikumpulkan ada di *upload* ke dalam *database* sehingga dapat diperiksa oleh pengguna menggunakan aplikasi yang telah dibuat.

3.2 Desain Komponen Sistem

[Figure 6 about here.]

Berdasarkan Gambar perancangan sistem terdiri dari beberapa komponen sistem yang meliputi mikrokontroler, sensor, pompa, pengumpan ikan, yang semuanya terhubung menjadi satu kesatuan.

3.3 Gambaran Umum Alat

[Figure 7 about here.]

Tempat budidaya ikan yang digunakan berbentuk akuarium dengan panjang/lebar/tinggi 60/30/30 cm sedangkan untuk media tanam berukuran 50 cm, serta rumah akuarium ukuran panjang/lebar/tinggi 85/35/150 cm.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem Kerja

Pada penelitian ini tanaman yang dipakai adalah sayuran bayam, pertama melalui tahapan penyemaian dari mulai bibit hingga pertumbuhan selanjutnya. Dilakukan pengukuran dengan dokumentasi tanaman setiap minggunya (MST).

[Figure 8 about here.]

ikan menggunakan ikan nila dengan panjang dan bobot awal 5 cm / 7 gr. Pada penelitian ini akan memantau perkembangan ikan berbasis *image processing*, dan air yang menjadi sumber nutrisi bagi tanaman akan dipantau kadar PH-nya menggunakan sensor PH, dan aliran air akan dipantau dengan memasang sensor *Flow* meter untuk mendeteksi debit air yang masuk ke tanaman, serta sistem pakan otomatis menggunakan servo mini. Semua data hasil pengolahan sensor akan terkirim ke *server* dan disimpan di *database server* yang nantinya bisa dipantau dengan menggunakan jaringan *internet* dan *Android*.

[Figure 9 about here.]

4.2 Presentase Keberhasilan Sensor

1. Sensor PH Meter

Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan *probe* dari sensor pH meter ke dalam air dengan derajat yang berbeda. Pengujian ini bertujuan untuk melakukan kalibrasi sensor pH dan guna mengetahui nilai keasaman akuarium atau wadah air. Hasil pembacaan sensor kemudian dibandingkan dengan pH digital meter.

[Table 1 about here.]

Pada hasil tabel, didapatkan hasil kalibrasi sensor PH dengan rata-rata keberhasilan 97,83%.

2. Sensor *Flow* Meter

Dari hasil yang didapat dalam tabel 4.2, pembacaan sensor didapatkan nilai yang tidak terlalu jauh

berbeda dengan spesifikasi yang tertera dalam pompa, ini bertanda sensor bekerja dengan baik, dan nilai yang dihasilkan sensor, akan dikirimkan ke *web server* agar bisa dipantau secara jarak jauh, ini artinya selama sensor masih menampilkan nilai yang tidak jauh berbeda dengan apa yang sudah ditetapkan, air di dalam akuarium masih teralir ke tanaman hidroponik.

[Table 2 about here.]

Pada hasil tabel, didapatkan hasil kalibrasi sensor flow meter dengan rata-rata keberhasilan 91,02%.

3. Pengujian Sistem Pakan Otomatis

Disini terdapat sebuah tempat penampung pakan yang di dalamnya berisi pelet. Sistem pengujian yaitu teknik pemberian pakan secara berskala dengan memperhatikan waktu yang sudah ditentukan dalam sistem. Pada sistem diatur untuk waktu pemberian pakan pagi jam 06.00 setelah itu sistem akan ter-*setting* sudah makan'. Begitu juga untuk pemberian pakan siang jam 13.00, serta malam jam 19.00. Pada sistem ini dirancang dengan menggunakan servo mini yang sudah terhubung dengan *nodemcu*, dari sini servo akan mengerti kapan terbuka dan pakan ikan akan terjatuh. Seberapa banyak pakan yang dibutuhkan itu tergantung bagaimana kita mengatur derajat putaran servo, dan *delay* (detik) yang dibutuhkan, di sini di *setting* untuk 20 ekor ikan nila yang memiliki berat rata-rata 11 g membutuhkan pakan kurang lebih 6 g membutuhkan *delay* 5ms dan 45 derajat putaran.

[Table 3 about here.]

Ket :

1 = sudah makan (sukses)

2 = belum makan (error)

Pada hasil tabel, didapatkan hasil pengujian sistem pakan otomatis dengan rata-rata keberhasilan 93,33%.

4.3 Pengukuran Berat Ikan dengan *Image Processing*

Sebelum mencari objek, pertama yaitu menggunakan fungsi *Contour* untuk mendeteksi kertas A4. Kertas ini memiliki 4 sudut, jadi harus menambahkan nilai filter 4 dan ukuran area minimal 50.000. Setelah mendapatkan kembali *Contour*, bisa mendapatkan yang terbesar hanya dengan mencari elemen pertama, terkadang *Contour* tidak ditemukan dan jika mencoba mencari elemen itu akan mendapatkan kesalahan, jadi untuk itu ditambahkan kondisi, apakah daftar tersebut kosong "*if len(cons) != 0:*" Fungsi *Warping* yaitu setelah menemukan titik sudut kertas A4 dan kemiringan seperti apapun masih dalam orientasinya tetap, tetapi untuk mengubah gambar ke bentuk lengkung, harus membuat fungsi penyusunan ulang yang mengambil titik sudut dan menyusun kembali untuk menemukan titik baru.

Gambar dirubah menjadi *grayscale* kemudian gambar di blur setelah itu akan menemukan garis tepi

yang menggunakan detektor tepi *Canny* dan menerapkan beberapa pelebaran dan erosi karena fungsi *Canny* mengambil 2 *thresholds*. Disini menggunakan metode *external* jadi menemukan *Contour* luar bersamaan dengan pendekatan *simple chain approximation* dan dapat mengulang semua *Contour* yang membutuhkan penambahan filter area.

Filter area minimum memungkinkan menghindari *noise*, kemudian memperkirakan jumlah sudut yang dimiliki setiap *Contour* dan menerapkan filter. Setelah berhasil membuat gambar baru yang melengkung menggunakan titik yang disusun ulang, selanjutnya membuat matrik transformasi kemudian dimasukkan ke dalam fungsi *Perspektif Warp*, dan menambahkan beberapa padding di bagian pinggir karena hasilnya bukan 100 kertas.

Pengukuran objek, Setelah memiliki daftar *Contour* dan kotak pembatas, selanjutnya dapat mencari lebar dan tinggi *Contour*, masalahnya adalah ketika object tersebut mungkin miring, sehingga dapat mengambil lebar dan tinggi kotak pembatas.

[Figure 10 about here.]

[Figure 11 about here.]

[Figure 12 about here.]

Pada proses pengambilan objek, hasil gambar original tidak jauh berbeda dengan hasil yang didapat dalam bentuk *Contour* A4, dibandingkan dengan hasil panjang/lebar pada gambar original yang di ukur dengan cara manual didapatkan hasil:

[Table 4 about here.]

Pada tabel, didapatkan hasil perbandingan panjang ikan secara manual dengan image processing rata-rata keberhasilan 80,13%.

[Table 5 about here.]

Pada tabel, didapatkan hasil perbandingan lebar ikan secara manual dengan image processing rata-rata keberhasilan 85,92%.

[Table 6 about here.]

Pada tabel, didapatkan hasil perbandingan berat ikan secara manual dengan image processing rata-rata keberhasilan 86,96%.

Pengukuran Secara Manual:

[Figure 13 about here.]

[Figure 14 about here.]

Pada gambar di atas merupakan panjang dan berat ikan yang diukur dengan cara manual yaitu menggunakan meteran dan timbangan. Dari gambar di atas didapatkan hasil panjang 8cm dan berat ikan 11g

Pengukuran secara *Image processing* :

[Figure 15 about here.]

Percepatan perkembangan tanaman dan berat ikan

1. Perkembangan Tanaman (MST)

Tanaman menggunakan tanaman bayam merah, pengukuran tanaman biasanya ditulis per minggu setelah tanam (MST), berikut merupakan perkembangan tanaman bayam setiap minggunya.

[Figure 16 about here.]

[Figure 17 about here.]

[Figure 18 about here.]

[Figure 19 about here.]

Dari gambar yang di atas untuk perkembangan tanaman bayam setiap minggu nya (MST), didapatkan hasil untuk minggu pertama setelah penyemaian tinggi 1 cm, minggu kedua 3 cm, minggu ke tiga 7 cm, dan minggu keempat 10 cm.

2. Perkembangan Ikan Secara Manual

Untuk memastikan sistem monitoring berat ikan dengan *Image processing* sudah berjalan dengan baik, akan dibandingkan nilai berat ikan yang dihitung secara manual dengan nilai yang di dapat dari sistem *Image processing* per minggu.

[Figure 20 about here.]

[Figure 21 about here.]

[Figure 22 about here.]

[Figure 23 about here.]

Dari gambar di atas didapatkan hasil bahwa ikan pada minggu-1 dengan panjang 6cm berat 6gr, pada minggu-2 dengan panjang 8cm berat 11 gr, minggu-3 ketiga dengan panjang 10.5 cm berat 19 gr, dan minggu-4 dengan panjang 11.5 berat 22 gr.

Secara *Image processing* didapatkan hasil:

[Figure 24 about here.]

[Figure 25 about here.]

[Figure 26 about here.]

[Figure 27 about here.]

Dari gambar di atas didapatkan hasil bahwa ikan pada minggu-1 dengan panjang 5.7 cm berat 6,7 gr, pada minggu-2 dengan panjang 7.5 cm berat 13.15 gr, minggu-3 ketiga dengan panjang 8.7 cm berat 18.90 gr, dan minggu-4 dengan panjang 9.4 berat 22.82 gr.

V. KESIMPULAN

1. Hasil dari penelitian ini dapat dirancang suatu sistem yang berfungsi untuk *me-monitoring* sistem akuaponik yang berbasis *Image processing*, dimana sistem akuaponik merupakan gabungan antara sistem akuakultur dengan tanaman hidroponik. Dalam sistem ini beberapa faktor yang dapat kita pantau yaitu tingkat keasaman air (PH), aliran air, sistem pakan otomatis, dan berat ikan.
2. Dari semua sistem yang dirancang, persentase keberhasilan untuk pemantauan kadar asam-basa sebesar 97.83 %, Berdasarkan *spesifikasi* pompa yang dipakai pada penelitian ini, yaitu nilai debit air 1000 L/H, pemasangan sensor *water Flow* mendapatkan hasil rata-rata debit air 1089 L/H dan persentase keberhasilan sebesar 91.02 %, serta sistem pakan otomatis yang berjalan lancar memiliki persentase keberhasilan sebesar 93.33 %. Tingkat keakurasian kamera dengan pengukuran manual kurang maksimal apabila terlalu banyak objek yang dipantau. Hal ini menyebabkan nilai berat yang ditampilkan kurang sesuai dengan perhitungan manual.
3. Hasil untuk perkembangan tanaman bayam setiap minggu nya (MST), didapatkan hasil untuk minggu pertama setelah penyemaian tinggi 1 cm, minggu kedua 3 cm, minggu ke tiga 7 cm, dan minggu keempat 10 cm. Untuk perkembangan ikan pada minggu pertama dengan panjang 5 cm menghasilkan berat 7 gr, untuk minggu kedua dengan panjang 6 dengan berat 10 gr, minggu ke tiga dengan panjang 8.5 cm dengan berat 14 gr.
4. Namun diperlukan riset lagi agar sistem dapat mendeteksi titik panjang ikan dan berat yang sesuai dengan manual, dan bisa diterapkan di media lahan yang lebih besar

REFERENSI

- [1] Haryanto, M. Ulum, A. F. Ibadillah, R. Alfita, K. Aji, and R. Rizkyandi, Smart akuaponik system based *Internet of Things (IoT)* 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1211/1/012047.
- [2] B. Cakra, J. Kesuma, M. Hannats, and H. Ichsan, Implementasi Metode *Fuzzy* Pada Akuaponik Deep Water Culture Berdasarkan Derajat Keasaman Dan Ketinggian Air vol. 2, no. 11, pp. 5192–5200, 2018.
- [3] M. P. Masser, J. Rakocy, and T. M. Losordo, Recirculating Aquaculture Tank Production Systems Management of Recirculating Systems South. Reg. Aquac. Cent., no. 452, pp. 1–12, 1992, doi: 10.1016/S0002-8223(99)00856-1
- [4] S. Suprijadi, N. Nuraini, and M. Yusuf, Sistem Kontrol Nutrisi Hidroponik Dengan Menggunakan Logika *Fuzzy*, J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi, vol. 1, no. 1, p. 49, 2011, doi: 10.5614/joki.2009.1.1.6.

- [5] I. P. Ari Ridho, Usman M, Tang, The growth of Catfish (*Clarias gariepinus*) with akuaponik system, Japanese J. Allergol., vol. 44, no. 8, pp. 821–822, 1995, doi: 10.15036/arerugi.44.821_2.
- [6] A. J. Kuswinta, I. G. P. W. Wedashwara W, and I. W. A. Arimbawa, Implementasi *IoT* Cerdas Berbasis Inference *Fuzzy* Tsukamoto pada Pemantauan Kadar pH dan Ketinggian Air dalam Akuaponik, J. Comput. Sci. Informatics Eng., vol. 3, no. 1, pp. 65–74, 2019, doi: 10.29303/jcosine.v3i1.245.
- [7] A. Beycioğlu, B. Çomak, and D. Akcaabat, Evaluation of pH value by using *image processing*, Acta Phys. Pol. A, vol. 132, no. 3, pp. 1142–1144, 2017, doi: 10.12693/APhysPolA.132.1142.
- [8] R. Islamadina, N. Pramita, F. Arnia, K. Munadi, and T. M. Iqbal, Pengukuran Badan Ikan Berupa Estimasi Panjang, Lebar, dan Tinggi Berdasarkan Visual Capture, J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf., vol. 7, no. 1, pp. 57–63, 2018, doi: 10.22146/jnteti.v7i1.401
- [9] M. R. Kumaseh, L. Latumakulita, and N. Nainggolan, Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode *Thresholding*, J. Ilm. Sains, vol. 13, no. 1, p. 74, 2013, doi: 10.35799/jis.13.1.2013.2057.
- [10] F. Fatimah, G. F. Laxmi, and P. Eosina, Pengubahan Data *Image* Ikan Air Tawar ke Data Vektor menggunakan *Edge detection* Metode *Canny*, J. Ris. Pendidik. Mat., vol. 9, pp. 55–60, 2017.
- [11] I. Kusmini, R. Gustiano, and F. Putri, The Length Weight Relationship of Local Tilapia, Best F5 and F6 in Pangkep South Sulawesi at Age of 60 Days Maintenance, Ber. Biol., vol. 13, no. 2, pp. 121–126, 2014, doi: 10.14203/beritabiologi.v13i2.685 .

DAFTAR TABEL

I	Pengujian Tingkat Keasaman Menggunakan Sensor Ph Meter	45
II	Pengujian Sensor <i>Flow</i> Meter	46
III	Pengujian Sistem Pakan Otomatis	47
IV	Pengujian Panjang Ikan	48
V	Pengujian Lebar Ikan	49
VI	Pengujian Berat Ikan	50

Table I. Pengujian Menggunakan

No.	Voltage	Suhu (° C)	Tingkat Keasaman		Sukses (%)
			Sensor PH Meter	PH Meter Digital	
1.	5.00	36	7.00	6.90	98.55 %
2.	4.96	23	6.80	6.84	99.41 %
3.	5.00	37	7.00	7.20	92.22 %
4.	5.00	17	7.00	6.97	99.56 %
5.	4.69	24	6.97	7.01	99.42 %
Rata-rata					97.83 %

Tingkat Keasaman Sensor Ph Meter

Table II. Pengujian Sensor

Hari ke -	Flow L/H	Spec Pompa L/H	Frekuensi	Sukses %
1	1058	1000	50 Hz	94.2 %
2	1195	1000	50 Hz	80.5 %
3	1076	1000	50 Hz	92.4%
4	1003	1000	50 Hz	99.7 %
5	1193	1000	50 Hz	80.7 %
6	1009	1000	50 Hz	99.1 %
7	1172	1000	50 Hz	82.8 %
8	1106	1000	50 Hz	89.4 %
9	1031	1000	50 Hz	96.9 %
10	1055	1000	50 Hz	94.5 %
Rata- rata				91.02 %

Flow Meter

Table III. Pengujian

Sistem Pakan Otomatis

Percobaan ke -	Jam makan			Sukses %
	Pagi (06.00)	Siang (13.00)	Malam (20.00)	
1	0	1	1	66.66 %
2	0	1	1	66.66 %
3	1	1	1	100 %
4	1	1	1	100 %
5	1	1	1	100 %
6	1	1	1	100 %
7	1	1	1	100 %
8	1	1	1	100 %
9	1	1	1	100 %
10	1	1	1	100 %
Rata-rata				93.33 %

Table IV. Pengujian Panjang

Ikan

No.	Panjang(cm)		Sukses %
	Manual	<i>Image processing</i>	
1.	7	5.4	77.14 %
2.	6	5	83.33 %
3.	6.2	5.4	87.09 %
4.	8	6	75.00 %
5.	7.3	5.7	78.08 %
Rata-rata			80.13 %

Table V. Pengujian Lebar

Ikan

No.	Lebar(cm)		Sukses %
	Manual	<i>Image processing</i>	
1	2	2.1	95.00 %
2	3	3.2	99.33 %
3	2.3	2.8	78.26 %
4	3.1	5	61.29 %
5	2.8	2.4	85.71 %
Rata-rata			85.92 %

Table VI. Pengujian Berat

Ikan

No.	Berat (g)		Sukses %
	Manual	<i>Image processing</i>	
1	11	11.22	98.00 %
2	10	11.3	87.00 %
3	11.3	10.2	90.26 %
4	12.1	14.3	81.81 %
5	9.7	10.4	92.78 %
Rata-rata			86.96 %

DAFTAR GAMBAR

1	Rancangan Sistem Pengukuran Berat Ikan	52
2	<i>Nodemcu ESP8266</i>	52
3	Sensor PH Meter	52
4	Sensor <i>Flow Meter</i>	52
5	Diagram Blok Sistem	53
6	Desain Komponen Sistem	53
7	Gambaran Umum Alat	53
8	Tanaman Hidroponik	54
9	Sistem Akuakultur	54
10	Gambar Asli	54
11	Hasil <i>Contour</i> Ke Dalam Bentuk Kertas A4	54
12	Hasil Tangkapan Yang Dirubah Menjadi Bentuk <i>Grayscale</i>	54
13	Panjang Ikan Manual	55
14	Berat Ikan Manual	55
15	Berat Ikan Dengan <i>Image Processing</i>	55
16	Bayam 1 MST	55
17	Bayam 2 MST	56
18	Bayam 3 MST	56
19	Bayam 4 MST	56
20	Ikan Minggu Ke-1	57
21	Ikan Minggu Ke-2	57
22	Ikan Minggu Ke-3	57
23	Ikan Minggu Ke-4	57
24	Ikan Minggu Ke-1	58
25	Ikan Minggu Ke-2	58
26	Ikan Minggu Ke-3	58
27	Ikan Minggu Ke-4	59

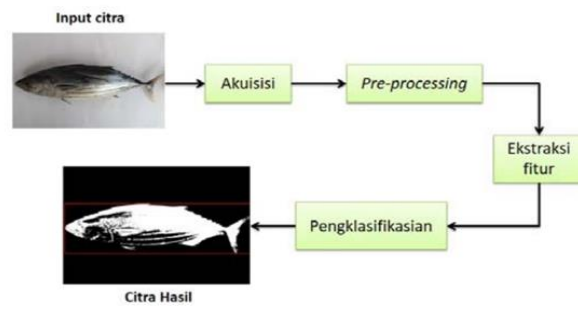


Figure 1. Rancangan Sistem Pengukuran Berat Ikan



Figure 2. Nodemcu ESP8266



Figure 3. Sensor PH Meter



Figure 4. Sensor Flow Meter

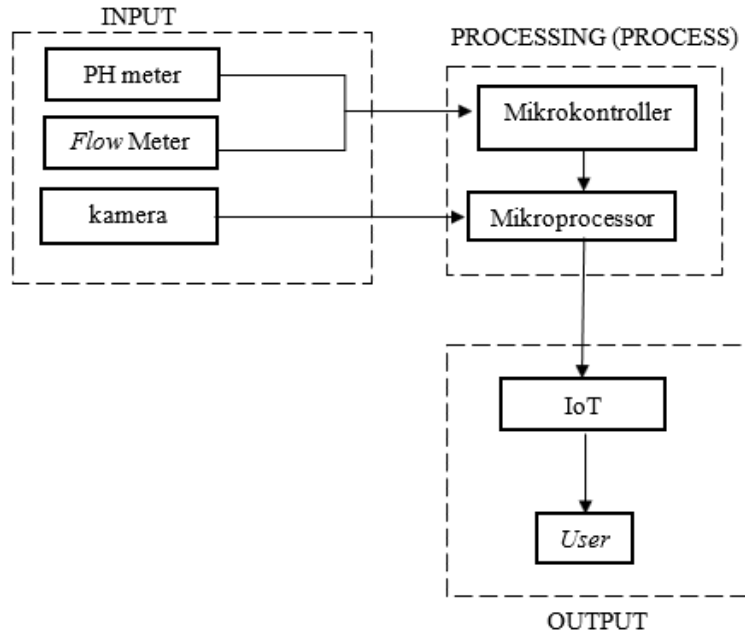


Figure 5. Diagram Blok Sistem

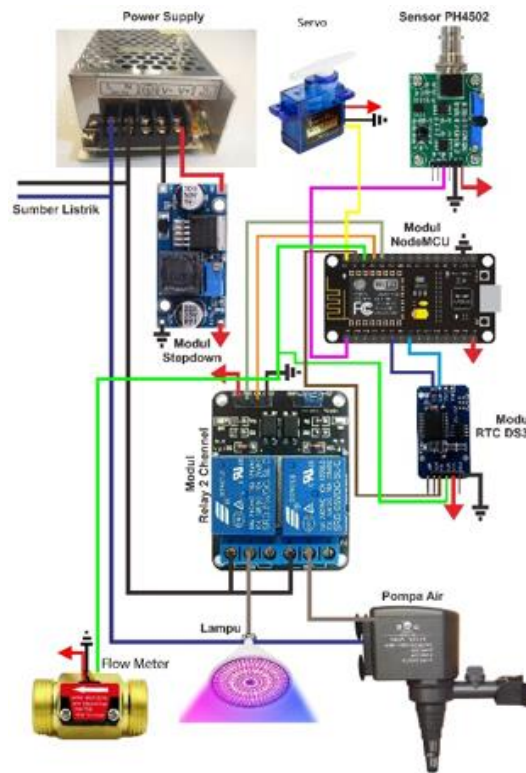


Figure 6. Desain Komponen Sistem



Figure 7. Gambaran Umum Alat



Figure 8. Tanaman Hidroponik



Figure 9. Sistem Akuakultur

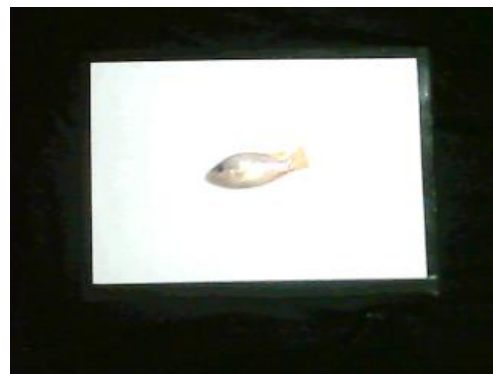


Figure 10. Gambar Asli



Figure 11. Hasil *Contour* Ke Dalam Bentuk Kertas A4



Figure 12. Hasil Tangkapan Yang Dirubah Menjadi Bentuk *Graysscale*



Figure 13. Panjang Ikan Manual



Figure 14. Berat Ikan Manual

```

pi@raspberrypi:~/New $ python3 index.py
A : 0.0
B : 7.0
Berat : 11.10299018282714
[INFO] Mencoba mengirim data
[INFO] permintaan dibuat dengan benar, perangkat Anda diperbarui
[INFO] Berhasil
    
```

Figure 15. Berat Ikan Dengan *Image Processing*



Figure 16. Bayam 1 MST



Figure 17. Bayam 2 MST



Figure 18. Bayam 3 MST



Figure 19. Bayam 4 MST



Figure 20. Ikan Minggu Ke-1



Figure 21. Ikan Minggu Ke-2



Figure 22. Ikan Minggu Ke-3



Figure 23. Ikan Minggu Ke-4

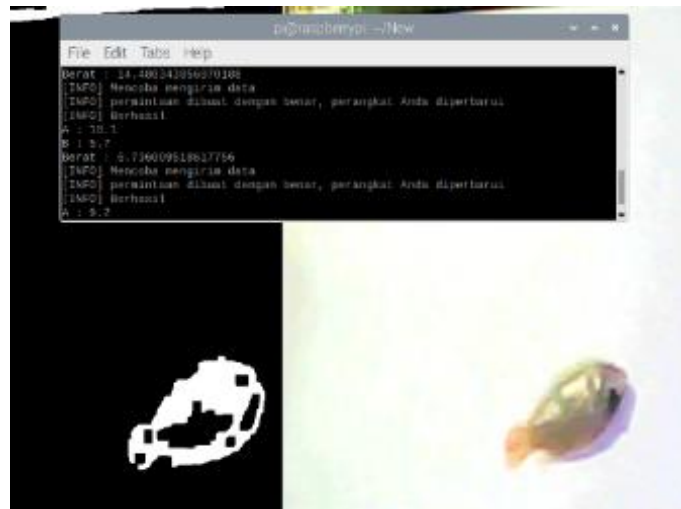


Figure 24. Ikan Minggu Ke-1

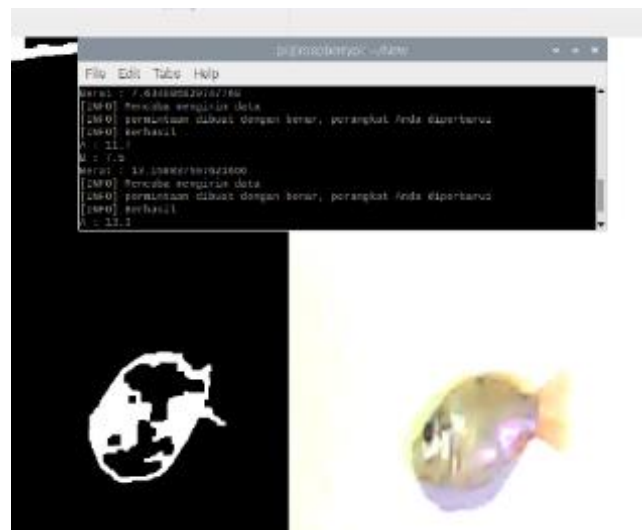


Figure 25. Ikan Minggu Ke-2

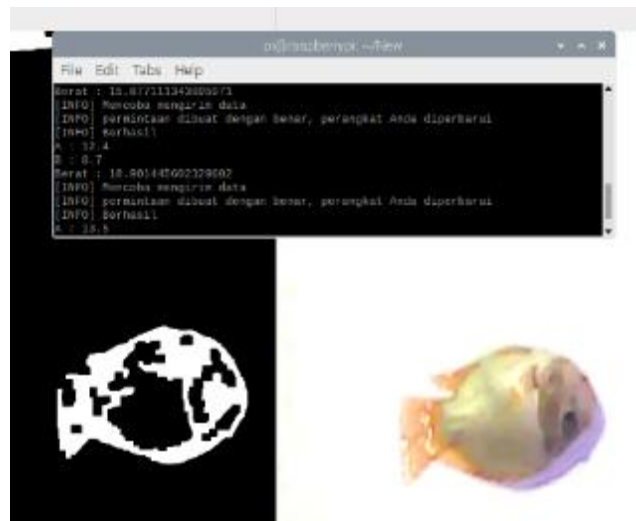


Figure 26. Ikan Minggu Ke-3

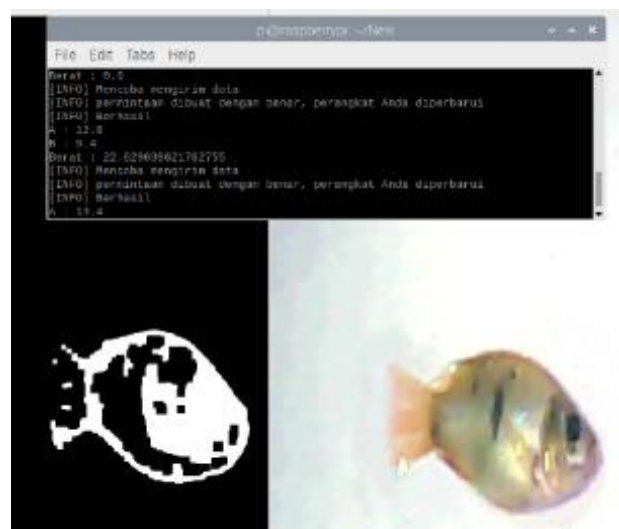


Figure 27. Ikan Minggu Ke-4