

Implementasi Algoritma Canny Edge Detection untuk Identifikasi Panjang dan Berat Ikan Koi Saat Bergerak

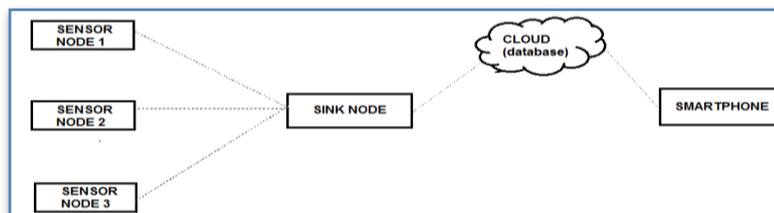
R. W. Tri Hartono*, G. Adi Sasono, Sakinah P. Angraeni, Fajri H. Suwanda, Intan P
Program Studi Diploma IV Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir Ds Ciwaruga, Kotak pos 1234, telp (022) 2013789
rwtri_h@yahoo.com*

Abstrak – Informasi berat dan panjang ikan koi diperlukan oleh petani ikan, karena berkaitan dengan jumlah pakan dan nilai ekonomis ikan. Model pengukuran fisik ikan yang digunakan saat ini masih menggunakan model konvensional, menggunakan bak fiber ukur. Cara ini membutuhkan waktu lama, ikan harus diam dan dilakukan satu persatu dengan keakuratan yang terbatas. Dalam makalah ini ditunjukkan bahwa pengukuran secara elektronik dengan pengolahan citra digital menggunakan metode Canny Edge Detection dapat mengatasi berbagai keterbatasan tersebut. Hasil deteksi kemudian dikonversi kedalam nilai pixels oleh image processing. Nilai pixel merupakan data digital yang dapat diolah oleh software aplikasi menjadi ukuran panjang dan berat. Ukuran ini terintegrasi dengan berbagai informasi lainnya dalam node-node yang berbeda. Identifikasi dilakukan menggunakan cara konvensional dan elektronik. Hasil pengukuran panjang dan konversi berat ikan secara konvensional masing-masing memiliki margin error 4.77% dan 6.3%, sementara elektronik 0.18%, dan 1,36%. Dari segi waktu, cara elektronik rata-rata 107,23 kali lebih cepat dibandingkan konvensional.

Kata kunci: Berat ikan, Canny Edge Detection, Panjang ikan, Pengolahan citra.

1. Pendahuluan

Modernisasi pertanian dan perikanan secara elektronik pada *wireless sensor network (WSN)* memiliki konsep pengiriman data yang terdiri dari beberapa *Sensor Node* dan node-node tersebut mengirimkan data ke *Sink Node/base station (SNBS)*. SNBS kemudian mengirimkan data ke *database* melalui *internet*. Database ini dapat diakses oleh aplikasi pada *Smartphone* secara berkala dengan mengadopsi *routing protocol data centric based* yang berpengaruh pada konsumsi daya, kecepatan data, jalur pengiriman data, *bandwidth* dan jarak antar *node* [3]. Penerapan teknologi informasi dan kontrol elektronik yang menggunakan sensor tepat guna pada *e-Aquaponics* akan menawarkan sistem *e-Aquaponics* yang memberikan solusi terhadap keterbatasan lahan, jarak dan waktu serta kualitas hasil panen [1], [2].



Gambar 1. Blok Diagram Sistem e-Aquaponics Keseluruhan

1.1. Sekilas tentang Penelitian sistem e-Aquaponics

Solusi teknis elektronik yang dirancang pada sistem *e-Aquaponics* memiliki beberapa fitur yang dapat memantau kondisi lingkungan sekitarnya. Melalui node-node dan sink node sistem

akan berjalan sinergis mengontrol beberapa kendali yang dibutuhkan. Saat kondisi dalam keadaan tidak normal, secara otomatis sistem akan bekerja untuk mengembalikan ke kondisi normal. Dalam kondisi normal ini ikan dan tumbuhan (sayuran) dapat tumbuh sesuai dengan kebutuhan nutrisi dan kondisi lingkungan dimana ikan dan sayuran dapat tumbuh dengan baik. Pada node 2, dirancang sebuah alat yang dapat memantau dan mengukur ukuran ikan (panjang dan berat) menggunakan *webcam*. Luaran *webcam* diolah (pengolahan citra digital) dan dipantau perkembangannya secara reguler. Sistem ini dibuat *dedicated* yang dapat memantau kapan dan darimana saja dengan menggunakan *smartphone*, Data hasil pengukuran telah diuji dengan keakuratan yang lebih baik dibanding cara konvensional. Data-data tersimpan dan terdokumentasi dengan baik dalam sistem database yang selalu *update* dan dapat diakses kapan saja dan darimana saja, selama ada jaringan internet [4], [10].

Sistem ini terdiri dari *Raspberry pi 3 Model B*, *Motor DC*, *Driver Motor*, *Water Pump*, *Sensor pH Air*, *Sensor Suhu Air DS18B20*, *NodeMCU*, *Router* dan *Modem GSM*, *Ethernet Module ENC28J60*, *Smartphone*, *Sensor LDR*, *Sensor Suhu Udara DHT22*, *LED* dan *Webcam Logitech C170*. *NodeMCU* dan *Raspberry Pi* berperan sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai *sensor node* dan *sink node* untuk memonitoring dan mengontrol sistem *Wireless Sensor Network* yang diimplementasikan pada *e-Aquaponics* [8]. Monitoring dan kontrol sistem *Wireless Sensor Network e-Aquaponics* dilakukan melalui aplikasi berbasis *Android* dengan media komunikasi *Internet* yang terhubung dengan *database* [5], [10].

Gambar 1 memperlihatkan diagram blok seluruh sistem *e-Aquaponics* yang bekerja tersinkronisasi antar node secara harmonis. Sistem bekerja berdasarkan *wireless sensor network* dimana terdapat 8 *Sensor Node* dan *Sink Node* dengan *routing protokol data centric* yang berarti seluruh pengiriman data langsung dikirimkan ke pusat atau *Sink Node* melalui WiFi. Seluruh data yang didapatkan dari masing-masing *Sensor Node* dikirimkan secara bergantian ke *Sink Node*. Saat kelompok data pertama dari *Sensor Node 1* sampai ke *Sink Node* maka akan disimpan dahulu di *Sink Node* lalu menunggu hingga kelompok data dan *Sensor Node* terakhir sampai [10].

Pada *Sink Node* seluruh data yang sampai digabungkan menjadi satu kelompok dan sudah teridentifikasi pada setiap datanya, sehingga selanjutnya dapat dikirimkan langsung ke *database* sesuai dengan kolom tujuan masing-masing data. Data yang dikirimkan pada *Sink Node* setiap 3 kali sehari ataupun ketika ada perubahan drastis dari data tersebut. *Sink Node* mengirimkan data ke *database* melalui *internet*, dimana *database* tersebut berada pada sebuah komputer atau laptop. *Database* tersebut dapat di akses oleh aplikasi *Android* pada *Smartphone*. Pada sistem ini secara otomatis dapat mengontrol garam ikan dan pakan ikan sesuai jadwal yaitu sehari sekali, sedangkan Intensitas Cahaya sesuai dengan nilai lux yang dihasilkan dan fungsi pada aplikasi user dapat memonitor keadaan pada sistem *e-Aquaponics* [4], [5], [11].

1.2. Node 2 Pengukur Panjang Ikan Koi

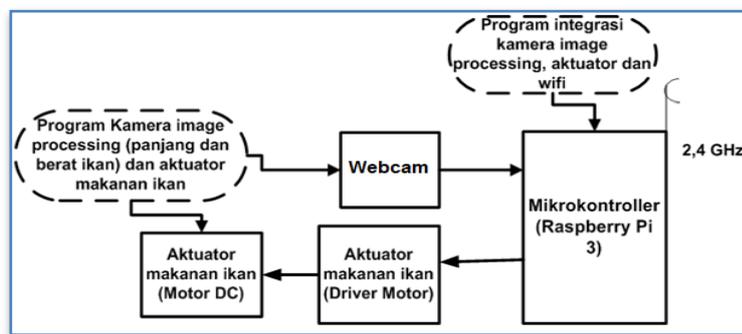
Node 2 merupakan salah satu node dari 8 node yang ada pada sistem *e-Aquaponics*. Node 2 merupakan node yang difungsikan untuk mengukur panjang dan berat ikan dalam kondisi ikan sedang bergerak. Pada makalah ini akan dibahas pengukur berat dan panjang ikan koi dalam keadaan bergerak dengan teknologi elektronik menggunakan pengolahan citra digital dari ikan koi yang di-*capture* menggunakan *webcam*. Identifikasi fisik ikan ini menggunakan Algoritma Canny Edge Detection. Algoritma *canny edge detection* secara umum (detilnya tidak baku atau bisa divariasikan) beroperasi sebagai berikut :

1. Penghalusan untuk mengurangi dampak *noise* terhadap pendeteksian *edge*
2. Menghitung potensi gradien citra
3. *non-maximal supression* dari gradien citra untuk melokalisasi *edge* secara presisi
4. *hysteresis thresholding* untuk melakukan klasifikasi akhir.

Identifikasi citra ikan koi ini merupakan bagian atau salah satu node (node ke 2) dari 8 node yang tersedia dalam *road map* penelitian *e-aquaponics* yang sedang dilakukan. Gambar 1 memperlihatkan diagram blok sistem *e-aquaponis* secara keseluruhan sementara Gambar 2

bagian *Sensor Node 2* (pengukuran panjang dan berat ikan). Dalam identifikasi fisik ikan koi digunakan *digital webcam*. Webcam akan aktif ketika aktuator telah menggerakkan pakan ikan, sehingga ikan muncul ke permukaan yang memudahkan *webcam* mengambil gambar ikan dan mengolahnya menggunakan *Image Processing*. *Image Processing* ini mengolah bentuk ikan agar menghasilkan nilai *pixel* [6]. Nilai *pixel* ini kemudian dikonversi ke panjang dan berat ikan yang asli sesuai dengan data pengukuran manual pada beberapa *sample* ikan. Lalu kedua data digabungkan pada mikrokontroller dan dikirimkan ke *Sink Node*. *Sensor Node 2* ini merupakan kelompok data kedua yang dikirimkan dari sistem secara keseluruhan [7], [9].

Pada penelitian ini diimplementasikan metode *Canny Edge Detection (CED)*. CED adalah algoritma pendeteksi tepi yang dikembangkan oleh John F. Canny pada tahun 1986. CED adalah algoritma multi-tahap dan untuk itu dalam penelitian ini akan melalui setiap tahapan tersebut. Deteksi tepi sangat rentan terhadap noise pada citra, untuk meminimalisir hal tersebut langkah pertama yang dikerjakan adalah menghilangkan noise pada gambar dengan filter 5x5 Gaussian [10].



Gambar 2. Blok Diagram *Sensor Node 2*

Secara teknis pengambilan gambar: *Webcam* yang diakses melalui *Raspberry Pi*, ditempatkan pada posisi optimal pengambilan gambar ikan koi di atas kolam/ ikan. *Motor DC* diakses melalui *Raspberry Pi* untuk menggerakkan penggerak pakan ikan, dengan katup pakan ikan dibuka, maka webcam yang ditempatkan dekat penggerak pakan ikan akan dengan mudah mengambil gambar ikan dalam berbagai posisi. *Output webcam* merupakan input atau bahan untuk diolah, hasil olahan ini menghasilkan *output* berupa informasi yang dibutuhkan, berupa panjang dan berat ikan koi. Proses mengubah gambar menjadi informasi di ilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pengolahan citra, mengubah *output* kamera menjadi informasi yang dibutuhkan

1.3. Peta Penelitian Terdahulu

Dengan menyusun peta penelitian terdahulu maka pemahaman peneliti akan lebih komprehensif, peta pengetahuan tergambar dalam bentuk tabel yang mudah dipahami. Peneliti akan paham tentang topik penelitian yang sedang digarap beserta landasan literatur yang berhubungan. Peneliti juga akan memahami di mana posisi penelitian (*research position*) nya. Tabel 1 menunjukkan posisi penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sejenis terdahulu.

Tabel 1 Tabel Posisi Penelitian Implementasikan Metode Canny Edge Detection untuk Identifikasi Panjang dan Berat Ikan Koi Bergerak

| No | Th | Peneliti | Judul | Lokus | Tujuan | Metode | Hasil | Jenis Karya Ilmiah |
|----|------|---------------------------|---|--------------------|---|--|--|---|
| 1 | 2017 | Suwanda, Fajri H, et al. | Inovasi e-Pertanian: Produksi Pangan Berskala Kecil e-Aquaponics Budidaya Ikan dan Tanaman Secara Terpadu | Bandung dan Padang | Mengintegrasikan antara Hidroponics dan Aquaculture dengan mengembangbiakkan ikan dan tanaman secara terpadu sehingga air akan bersirkulasi terus menerus antara kolam Aquaculture dan Hidroponics yang mengandung nutrisi atau pupuk didapat dari kotoran ikan untuk Hidroponics. e-Aquaponic semua kontrol dilakukan secara elektronik. | Studi Kasus Pengamatan Analisis dan realisasi prototype | Prototype e-Aquaponics dengan kontrol elektronik yang dapat dikontrol baik lokal maupun jarak jauh. Diharapkan dapat mengatasi: Kerawanan pangan, gizi buruk serta meningkatkan income masyarakat Indonesia | Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Belmawa 2017 |
| 2 | 2017 | Budiardi, Arief et al. | Wireless Sensor Network (WSN) untuk monitoring Tanaman dan Otomasisasi Smart Greenhouse | Bandung | Monitoring serta otomatisasi pada smart Greenhouse dengan memanfaatkan WSN | Studi Kasus Analisis dan realisasi | Monitoring dan otomatisasi suhu, kelembapan, ketigian air dan Intensitas Cahaya yang dibutuhkan oleh protokol ZigBee untuk dapat mengirimkan data, berdasarkan level baterai, jarak transmisi dan Interferensi sinyal lain. | Skripsi S1 UNIKOM Bdg |
| 3 | 2013 | Sylvester, Gerard | Information and Communication Technologies for Sustainable Agriculture (Indicators from Asia and The Pacific) | Asia dan Pasifik | Mengorganisir seluruh lahan pertanian di daerah Asia dan Pasifik. ICT ini juga dijadikan sarana komunikasi antar petani dan pembeli | Analisis keadaan atau Studi Kasus (kualitatif) | Memonitoring cuaca, iklim, hama sawah, suhu dengan informasinya dikirimkan ke database lalu akan muncul pada aplikasi ICT, petani dapat jual secara online hasil panennya, beserta harga penjualan produk dan memesan secara online, informasi tersebut dikirim melalui internet pada aplikasi dan sms beberapa lokasi lahan pertanian sekitar Asia dan Pasifik. | FAO of the United Nation Regional Office for Asia and The Pacific |
| 4 | 2012 | Shafry, Mohd Rahim | FiLEDI Framework for Measuring Fish Length from Digital Images | Malaysia | Teknik digital Image Processing pada gambar ikan yang tertangkap kamera untuk mengetahui laju pertumbuhan ikan yang terlihat pada ukuran panjangnya | Studi Kasus Pengamatan Analisis realisasi Uji Statistik | Nilai pixel pada gambar ikan lalu diproses untuk menghasilkan nilai panjang ikan yang sebenarnya | International Journal of the PHysical Sciences |
| 5 | 2017 | Al Rasbi, Khalid S. et al | Survey on Data-Centric based Routing Protocols for Wireless Sensor Networks | Manama | Perbandingan antara seluruh metode pengiriman data pada protokol data centric based di wireless sensor network | Studi Kasus Pengamatan Analisis Pengkajian Uji Statistik | Kelemahan dan kelebihan masing-masing metode pengiriman data yang ada pada protokol data centric based | International Journal of Electrical, Electronics and Comput. |

2. Metoda Penelitian

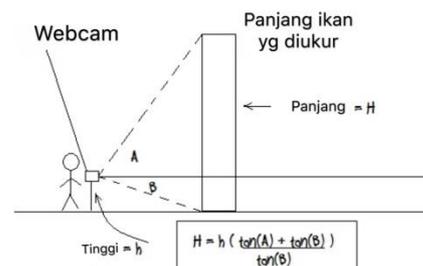
Pengukuran Panjang dan Berat pada sistem ini memerlukan nilai panjang dan berat ikan koi sebenarnya untuk pembuatan rumus hubungan antara matriks gambar ikan yang didapat dengan panjang dan berat ikan sebenarnya. Pengukuran panjang dan berat ikan dilakukan dengan 2 cara: konvensional dan elektronik.

2.1. Pengukuran konvensional

Pengukuran konvensional (Gambar 4.a), model pengukuran fisik ikan yang digunakan saat ini masih menggunakan model konvensional, menggunakan bak fiber ukur seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Cara ini membutuhkan waktu lama, posisi ikan bergerak-gerak sehingga sangat sulit diperoleh ukuran yang tepat dalam pelaksanaannya ikan diukur dan ditimbang satu persatu.



a. Pengukuran cara konvensional



b. Pengukuran secara elektronik

Gambar 4. Pengukur panjang ikan koi (dengan rumus dapat dikonversi ke ukuran berat)

2.2. Pengukuran secara elektronik 1

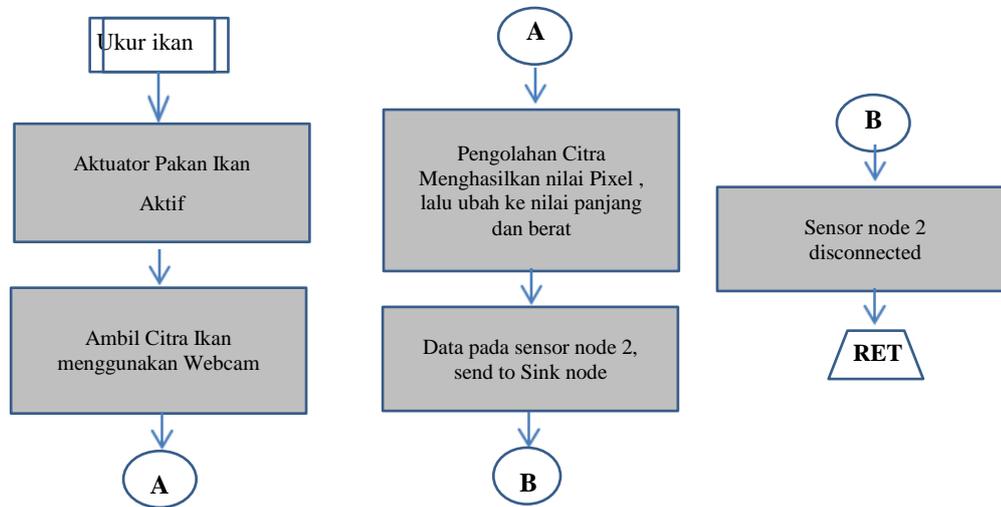
Pada pengukuran ini (Gambar 4b) pengambilan gambar menggunakan webcam yang diakses melalui *Raspberry Pi*, dengan penempatan webcam pada jarak dan sudut tertentu diatas kolam ikan koi. *Motor DC* diakses melalui *Raspberry Pi* untuk penggerak nozzle penutup pakan ikan (*auto feeder*). Saat nozzle penutup pakan dibuka, maka ikan keluar kepermukaan, secara otomatis webcam aktif mengambil Citra/Gambar ikan-ikan tersebut, proses ini diilustrasikan pada Gambar 5. Citra ikan ini merupakan informasi mentah yang akan diolah menjadi informasi mengenai panjang dan berat ikan. Pengolahan citra ini diilustrasikan pada Gambar 7 *Blok Diagram Image Processing*.

2.3. Pengukuran secara elektronik 2

Cara lain: Untuk menghitung tinggi kamera dari tanah h dan mendapatkan sudut A dan B menggunakan giroskop atau menggunakan smartphone (android) maka dapat dihitung panjang ikan (objek) menggunakan rumus di Gambar 4b. Hal ini tidak dilakukan dalam penelitian ini, karena objek yg diukur bila berukuran kecil, akan sangat sulit diperoleh hasil pengukuran yang tepat.

Pengukuran dilakukan baik secara konvensional maupun elektronik. Pada pengukuran konvensional ikan diukur satu persatu dimasukkan kedalam bak ukur. Pengukuran secara elektronik dilakukan pertama-tama dengan mengambil data citra ikan koi yang didapat dari kolam menggunakan *webcam*. Citra ikan koi didapatkan dengan mengambil gambar ikan secara digital menggunakan *webcam*, dengan bantuan coding pada mikrokontroler. Hasil citra yang diperoleh selanjutnya diproses dengan cara segmentasi. Proses segmentasi ini dilakukan untuk memisahkan dua objek citra yaitu antara objek background dan objek ikan koi. Citra yang diperoleh dari proses *capture webcam* masih menggunakan ruang warna YCBCR maka diperlukan perubahan ke dalam ruang warna RGB. Perubahan ruang warna citra ikan koi perlu dilakukan agar proses segmentasi mudah dilakukan kedalam ruang warna grayscale. Pada proses perubahan dari RGB ke grayscale dilakukan perbaikan citra (*image enhancement*) yang

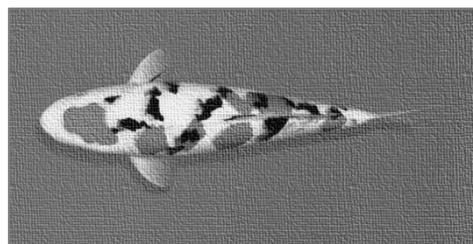
kemudian akan diproses ke tahap lebih lanjut. Untuk mempermudah pemahaman Gambar 2 dan Gambar 3 menjelaskan tentang hal ini secara lebih jelas. Dengan diperolehnya data panjang ikan maka diperoleh pula informasi tentang berat ikan, dengan cara mengkonversi dibandingkan dengan table yang dilakukan oleh mikroprosesor. Gambar 5 mengilustrasikan langkah capturing citra ikan koi hingga pengiriman informasi melalui sink node 2.



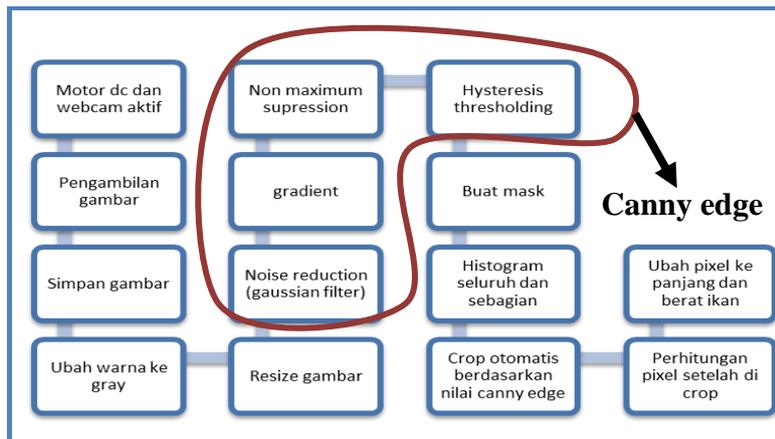
Gambar 5. Ilustrasi *capturing* menggunakan kamera dan pengiriman informasi citra ikan koi melalui sink node 2

Pada penelitian ini diimplementasikan metode *Canny Edge Detection*. Citra ikan koi yang diperoleh dari webcam selanjutnya diproses dengan cara segmentasi. Proses segmentasi ini dilakukan untuk memisahkan dua objek citra yaitu antara objek background dan objek ikan koi. Teknik yang dilakukan yaitu melakukan *preprocessing* dengan cara membuat citra dengan ruang warna YCBCR menjadi hitam putih atau *greyscale* (ruang warna RGB) lalu mendeteksi bagian tepi dari citra ikan. Setelah didapatkan citra hasil *preprocessing* lalu dilakukan ekstraksi fitur menggunakan metode *Canny Edge*. Setelah proses *Canny Edge* lalu citra akan di crop secara otomatis sesuai nilai *Canny Edge* yang didapatkan, sehingga citra bisa diolah untuk menghasilkan nilai panjang dan berat sebenarnya [11].

Gambar 7 mengilustrasikan proses *Image Processing* ikan koi. Untuk mengetahui panjang dan berat, mula-mula citra diubah warnanya ke gray scale (Gambar 6), lalu ukuran citra di *resize* menjadi 64x128 (Gambar 11b) setelah itu diproses oleh *Canny Edge* detection yang didalam rangkaian prosesnya terdapat proses gaussian filter, hitung besar dan arah gradien dari citra, *non maximum supression*, dan *hysteresis thresholding* untuk emisahkan garis tepi objek dengan *background*, lalu setelah itu citra akan di *crop* secara otomatis tergantung nilai dari *Canny Edge* detection, stelah di *crop* dihasilkan nilai *pixel* objek lalu dikonversi ke panjang dan berat ikan sebenarnya (Gambar 11c dan 11d).



Gambar 6. Hasil Citra ikan koi dalam *Greyscale*



Gambar 7. Blok Diagram Image Processing

- a. Pada *Sensor Node 2* ini perlu adanya *Image Processing* untuk perubahan warna ke *greyscale*. Setelah itu citra tersebut perlu di *resize* agar mempermudah dalam proses selanjutnya di *Canny Edge*.
- b. Noise Reduction (5x5 Gaussian Filter)

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | 4 | 7 | 4 | 1 |
| 4 | 16 | 26 | 16 | 4 |
| 7 | 26 | 41 | 26 | 7 |
| 4 | 16 | 26 | 16 | 4 |
| 1 | 4 | 7 | 4 | 1 |

Setelah proses *resize* pada citra, lalu citra perlu difilter atau dihaluskan untuk mereduksi noise yang ada menggunakan 5x5 Gaussian Filter.

- c. Menghitung nilai gradien citra

$$|G| = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana *I* adalah citra *graylevel*. *I_x* merupakan matrik terhadap sumbu-*x* dan *I_y* merupakan matriks terhadap sumbu-*y*. *I_x* dan *I_y*

$$I_x = I * D_x, I_y = I * D_y \dots\dots\dots(1.2)$$

D_x adalah *mask* [-1 0 1], sedangkan *D_y* adalah *mask* $\begin{matrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{matrix}$. Dihitung dengan cara konvolusi.

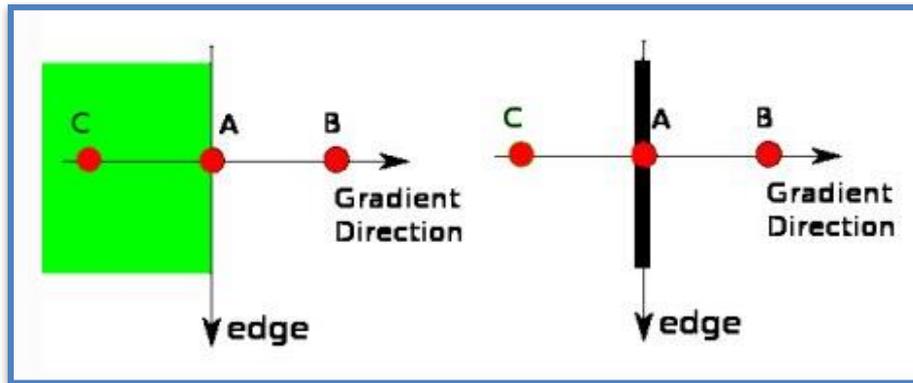
Kemudian gradien ditransformasi ke dalam kordinat sumbu dengan sudut diantara 0 sampai 180⁰ yang disebut orientasi gradien. Orientasi gradien (*θ*).

$$\theta = \arctan\left(\frac{I_x}{I_y}\right) \dots\dots\dots(1.3)$$

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan *histogram* dari orientasi gradien tiap *cell*. Setiap piksel dalam sebuah *cell* mempunyai nilai *histogram* sendiri-sendiri berdasarkan nilai yang dihasilkan dalam perhitungan gradien.

d. Non Maximum Supression

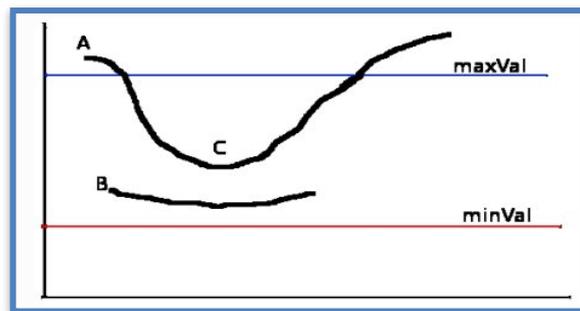
Pemindaian penuh gambar, menghilangkan *pixel* yang tidak diinginkan (bukan bagian tepi), dan memilih nilai maksimum lokal (bagian tepi) titik a berada di tepi (vertikal), titik b dan c berada di arah gradien untuk menentukan nilai maksimum. A diperiksa dengan B dan C menentukan tepi (maksimum) yang akan menjadi nilai biner (tepi tipis), jika nilai *minimum* akan dijadikan nol.



Gambar 8. Non Maxima Supression.

e. Hysteresis Tresholding

Menentukan semua tepi dan yang bukan tepi, hal ini membutuhkan nilai 2 ambang batas yaitu maksimum dan *minimum*. Sisi dengan intensitas gradien lebih dari *maxVal* pasti menjadi tepi, dibawah *minVal* tidak menjadi bagian (dibuang) dan berada ditengah diartikan tepi/non tepi tergantung konektivitas yang terhubung ke *pixel*

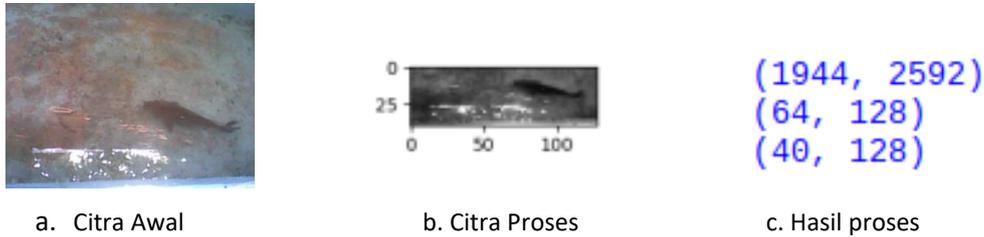


Gambar 9. 1 Hysteresis Thresholding.

3. Hasil dan Analisa

Pada node 2 telah dilakukan pengukuran terhadap 10 ikan koi, dengan total pengukuran sebanyak 50 kali pengukuran secara konvensional dan 967 kali secara elektronik. Dari hasil pengukuran terhadap 10 ikan koi yang masing masing koi diukur 5 kali dengan cara konvensional, didapatkan data bahwa terdapat selisih yang cukup signifikan kesalahannya dibandingkan dengan hasil ukur yang dilakukan menggunakan alat ukur elektronik sebanyak 867 kali. Hasilnya pengukuran panjang dan konversi berat ikan secara konvensional masing-masing memiliki margin error 4.77% dan 6.3%, sementara elektronik 0.18%, dan 1,36%.. Dari segi

waktu, cara elektronik rata-rata 107,23 kali lebih cepat dibandingkan konvensional. Contoh salah satu hasil pengukuran secara elektronik ditampilkan pada Gambar 10. Dalam gambar tersebut ditampilkan citra awal, citra proses, hasil proses dan contoh salah satu hasil ukur.

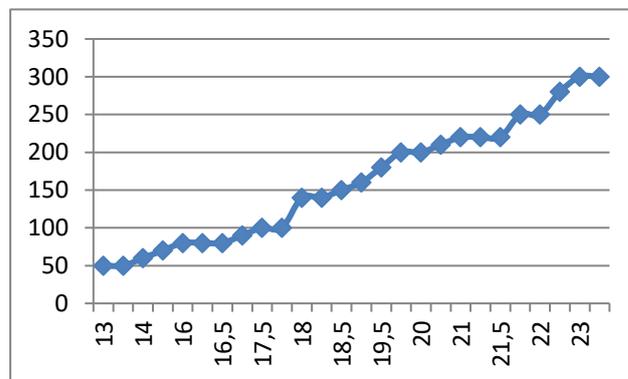


Data hasil pengukuran:

| | |
|--------------------------|------------------|
| Jarak kamera | : 149.28 Cm |
| Panjang ikan koi terukur | : 18.72 Cm |
| Berat ikan konversi | : 140.8 Cm |
| Sudut kamera ke objek | : 31. 14 derajat |
| Length Error margin | : 0.29 % |
| Weight error margin | : 2.11% |

4. Contoh salah satu hasil ukur dalam angka

Gambar 10. Contoh hasil proses Citra Ikan koi dengan Algoritma Canny Edge



Gambar 11. Grafik Panjang dan Berat Ikan

Pada *Sensor Node 2* fitur pengukuran panjang dan berat ikan terlihat pada grafik bahwa dalam kondisi normal, semakin panjang ikan maka semakin berat ikan tersebut.

5. Kesimpulan

Hasil analisa dari pengukuran panjang, berat dan waktu terhadap 10 ikan koi dengan total pengukuran sebanyak 50 kali secara konvensional dan 967 kali secara elektronik, dapat disimpulkan bahwa akurasi pengukuran menggunakan cara elektronik lebih baik dibandingkan cara konvensional. Pengukuran Secara elektronik dapat dilakukan walaupun ikan sedang bergerak, sementara konvensional, ikan harus dalam posisi diam. Hasil pengukuran panjang dan konversi berat ikan secara konvensional masing-masing memiliki margin error 4.77% dan 6.3%, sementara elektronik 0.18%, dan 1,36%.. Dari segi waktu, cara elektronik rata-rata 107,23 kali lebih cepat dibandingkan konvensional. Dari segi jumlah kegagalan ukur, dari

1000 (seribu) kali *capture* menggunakan *webcam* berhasil diperoleh data sebanyak 967 citra ikan koi yang dapat diolah menjadi informasi/data dengan demikian terdapat kegagalan sebanyak 33 kali *capture* atau 3.3%, sementara dengan cara konvensional dari 50 kali pengukuran tidak terdapat kegagalan ukur, hanya terdapat margin error yang lebih besar dibandingkan secara elektronik.

Daftar Pustaka

- [1] M. Telaumbanua, "Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassicarapa* var. *Parachinensis* L.) Hidroponics Didalam *Greenhouse* Terkontrol," Yogyakarta, *AGRITECH Universitas Gajah Mada*, 2016, vol. 36 : 23-27
- [2] C. Somerville, "Small-scale aquaponic food production Integrated fish and plants," Rome, *Food and agriculture organization of the united nations* ",2014, page. 84,86
- [3] R. Al, "Survey on Data-Centric based Routing Protocols for Wireless Sensor *Network*," *International Journal of Electrical, Electronics, and Computers*, 2017, Vol 2, page 38-39
- [4] Suwanda, Fajri .H, Sakinah P. A., Intan P., Inovasi e-Pertanian: Produksi Pangan Berskala Kecil e-Aquaponics Budidaya Ikan dan Tanaman Secara Terpadu, PKM BELMAWA Kemenristekdikti, 2018
- [5] S. Diver, "Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture," *NCAT Agriculture Specialist, ATTRA Sustainable Agriculture, New York*, 2013, page 46
- [6] H. Mulyawan, "Identifikasi dan Tracking Objek Berbasis *Image Processing* Secara Real Time," *Paper Jurusan Telekomunikasi-Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*, Surabaya 2011, page 11
- [7] M. R. Shafry, "FiLEDI Framework for Measuring Fish Length from Digital Images," *International Journal of the PPhysical Sciences*, 2012. Vol 3, page 46-50
- [8] D. Prihatmoko, "Pemanfaatan *Raspberry Pi* Sebagai *Server* Web Untuk Penjadwalan Kontrol Lampu Jarak Jauh," *Jurnal INFOTEL Informatika-Telekomunikasi-Elektronika*, 2017. Page 86-89
- [9] T. R. Perkasa, "Rancang Bangun Pendeteksi Gerak Menggunakan Metoda *Image Substraction* Pada *Single Board Computer (SBC)*," *Journal of Control and Network System*, 2015,, vol. 3, page 38-43
- [10] Anggraeni, Sakinah P., " Sistem Kontrol Nirkabel untuk *e-Aquaponics*: Monitoring Budidaya dan Tanaman Secara Terpadu dengan *Routing Protocol Data Centric Based* pada *Wireless Sensor Network*", Tugas Akhir Program D4 Teknik Telekomunikasi POLBAN, Bandung, 2017.
- [11] M. I, "Edge Detection Techniquee For Image Segmentation," *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 2011, vol. 3, page 43-47.