

ESTIMASI PANJANG DAN BERAT IKAN MENGGUNAKAN HARRIS-CORNERS DETECTORS

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Komputer**



**Oleh:
Prabowo Darmawi
1313619001**

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul *Estimasi Panjang dan Berat Ikan dengan Menggunakan Harris-Corner Detection*.

Keberhasilan dalam penyusunan proposal skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang mana dengan tulus dan ikhlas memberikan masukan guna sempurnanya proposal skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Yth. Para petinggi di lingkungan FMIPA Universitas Negeri Jakarta.
2. Yth. Ibu Dr. Ria Arafiah, M.Si selaku Koordinator Program Studi Ilmu Komputer.
3. Yth. Bapak Muhammad Eka Suryana, M.Kom selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan saran dan koreksi terhadap proposal skripsi ini.
4. Yth. Bapak Med Irzal, M.Kom selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan saran dan koreksi terhadap proposal skripsi ini.
5. Kedua orang tua dan adik penulis yang telah mendukung dan memberikan semangat serta doa untuk penulis.
6. Teman-teman Program Studi Ilmu Komputer 2019 yang telah memberikan dukungan dan memiliki andil dalam penulisan proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proposal skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karenanya, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi semua pihak khususnya penulis sendiri. Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

Jakarta,

Prabowo Darmawi

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Deteksi Fitur	5
2.2 <i>Harris-Corner Detection</i>	5
2.3 <i>Second moment matrix</i>	5
2.4 <i>Gradient</i>	6
III METODE PENELITIAN	7
3.1 Deskripsi Sistem	7
3.2 Perancangan Sistem	7
3.2.1 Pemrosesan Citra	9
3.2.2 Smoothing Gaussian	9
3.2.3 Perhitungan Gradien	10
3.2.4 Menghitung Second Moment Matriks	10
3.2.5 Harris Respon	11
3.2.6 Thresholding dan <i>Non-Maximum suppression</i>	11
3.2.7 Memilih Piksel	12
3.2.8 Menghitung Panjang dan Berat	12
DAFTAR PUSTAKA	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Alur Penelitian	8
------------	---------------------------	---

DAFTAR TABEL

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan sebuah negara yang memiliki berbagai macam kekayaan hayatinya, dan juga negara dengan jumlah pulau terbanyak di dunia. Salah satu kekayaan hayati Indonesia adalah ikan. Ikan merupakan bahan pangan yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia sejak zaman dahulu. Terbukti dengan banyaknya kuliner dengan bahan baku ikan di Indonesia.

Terdapat beberapa cara untuk mendapatkan ikan yang pertama adalah menangkapnya pada habitatnya. Cara ini sangat efektif, cepat dan dapat dilakukan setiap hari, namun dengan menangkap pada habitatnya setiap hari akan mengakibatkan terjadi overfishing yang menyebabkan ikan berkurang dari habitat aslinya. Cara kedua adalah membudidayakan ikan. Budidaya ikan membutuhkan infrastruktur yang mendukung seperti lahan, kolam atau tambak yang memadai, bibit ikan yang akan dibudidayakan, dan serta pakan ikan dalam jumlah yang banyak. Walaupun mengeluarkan modal yang cukup besar, hasil dari budidaya ikan juga besar.

Ikan hasil dari budidaya ikan dapat dijual hidup dari habitat aslinya, hal ini disebabkan oleh banyak dari rumah makan atau restoran yang membutuhkan ikan hidup untuk menjaga kualitas dari makanan yang mereka sajikan. Ikan hidup juga mempunyai rasa yang berbeda dari ikan yang sudah mati pada saat dijual. Selain dibudidayakan sebagai bahan pangan, ikan yang dibudidayakan sebagai ikan hias. Secara tidak langsung membudidayakan ikan telah mengurangi terjadinya overfishing. Pemerintah Indonesia mencatat pada tahun 2022 produksi ikan mencapai 17,76 juta ton dengan 5,57 juta ton dari budidaya ikan dan 5,97 juta ton dari hasil tangkap laut dan perairan umum daratan.

Pembudidayaan ikan di Indonesia sangat besar, tetapi memiliki masalah yang sama besarnya yaitu diperlukannya usaha untuk menghitung dan mengawasi jumlah ikan yang ingin dibudidayakan. Salah satu contohnya adalah penghitungan bibit ikan, dalam hal tersebut penghitungan bibit lele oleh para pedagang masih menggunakan cara manual (Amri 2020). Ikan dipindahkan kedalam sebuah wadah dan mengukur besar ikan dengan alat yang telah dibuat, lalu dipindahkan lagi satu

persatu atau dihitung sesuai dengan berat untuk mendapatkan jumlah ikan. Cara-cara seperti tadi sangat tidak efisien dan atau tidak akurat, ikan yang diukur lalu dihitung satu persatu memerlukan waktu yang sangat lama bila memerlukan jumlah yang sangat banyak. Sementara teknik penimbangan hanya memberikan hasil perkiraan jumlah yang akurasi masih perlu dipertanyakan.

Masalah sangat penting dimana budidaya ikan sangat mementingkan banyak-nya jumlah ikan dalam tepat budidaya-nya, namun populasi ikan yang berlebihan akan memperlambat pertumbuhan ikan (Diansari dkk., 2013), tapi disisi lain populasi ikan yang sangat sedikit akan mengurangi efisiensi lahan yang dimiliki oleh peternak ikan. Dalam hal ini (Amri 2020) menciptakan sebuah sistem dapat menghitung jumlah ikan dengan menggunakan sensor proximity. Hasil dari uji coba yang didapat sangat baik dengan presentasi error rata-rata sebesar 4,07 dengan waktu selama 228 detik untuk 1000 bibit ikan, sedangkan jika dihitung secara manual akan membutuhkan waktu 20 menit untuk 1000 bibit ikan.

Deteksi objek (Object detection) adalah salah satu dari visi komputer. Salah satu objektif nya adalah mengetahui lokasi dari sebuah objek pada gambar atau video. Pada penelitian Alim H (2021) telah membuat sebuah tracking movement ikan dengan menggunakan metode GMM dan Kalman filter penggunaan metode tersebut dapat memungkinkan pendeteksian dan mengamati pergerakan ikan, lalu pada penelitian Nugraha B (2022) pengekstraksi gambar menggunakan metode grabcut memudahkan mengekstrak gambar ikan dalam sebuah citra ikan. Namun kedua penelitian sebelumnya masih sangat general hanya untuk mendeteksi ikan saja dan masih belum memiliki fungsi lainnya.

Pencocokan gambar adalah aspek dasar dari banyak permasalahan di dalam komputer, termasuk pendeteksian benda atau pemandangan, memecahkan bangunan 3D dari banyak gambar, dan pelacakan Gerakan (D. G. Lowe 2004). SIFT atau *Scale Invariant feature transform* (D. Lowe 1999) pendekatan ini mengubah gambar menjadi kumpulan besar vektor fitur lokal, yang masing-masing tidak berubah terhadap terjemahan, penskalaan, dan rotasi gambar, dan sebagian tidak berubah terhadap perubahan iluminasi dan proyeksi affine atau 3D. SIFT sudah banyak digunakan untuk mencocokkan gambar seperti Lokalisasi dan pemetaan dengan robot, penyatuan panorama dan lain-lain. SIFT di-identifikasi secara efisien dengan menggunakan pendekatan pemfilteran bertahap.

Tahap pertama mengidentifikasi lokasi kunci dalam ruang skala dengan mencari lokasi yang maksimal atau minimal dari fungsi *Different of Gaussian*.

Setiap titik digunakan untuk menghasilkan vektor fitur yang mendeskripsikan wilayah gambar lokal yang diambil sampelnya relatif terhadap bingkai koordinat ruang-skalanya. Fitur mencapai invarian parsial terhadap variasi lokal, seperti proyeksi affine atau 3D, dengan mengaburkan lokasi gradien gambar. *Detection of local features invariant to affine transformations* (Mikolajczyk dkk., 2004) menjelaskan penggunaan detektor Haris. Kombinasi Haris detector memberikan hasil yang lebih baik, Laplacian memungkinkan pemilihan skala karakteristik untuk titik yang diekstraksi dengan harris detector, dengan demikian descriptor dihitung pada lingkungan titik yang sama dalam gambar dengan resolusi yang berbeda, dan oleh karenanya tidak varian ke perubahan skala besar.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mendeteksi atau melacak ikan, seperti penggunaan metode GMM dan Kalman Filter yang efektif untuk pelacakan gerakan (Alim, 2021), atau GrabCut yang membantu dalam pemisahan objek dari latar belakang (Nugraha, 2022). Namun, metode-metode tersebut tidak dirancang untuk secara langsung mengekstraksi fitur geometris seperti panjang dan bentuk ikan.

Di sisi lain, metode seperti SIFT memang kuat terhadap skala dan rotasi, tetapi proses perhitungannya relatif kompleks dan memerlukan waktu komputasi lebih tinggi (D. G. Lowe 2004). Untuk kasus estimasi bentuk linear seperti panjang dan lebar, pendekatan berbasis deteksi sudut seperti *Harris-Corner Detection* terbukti lebih efisien dan akurat dalam mendeteksi titik-titik sudut penting pada citra (Harris dkk., 1988). *Harris-Corner* memberikan kestabilan terhadap rotasi dan noise lokal serta memiliki struktur komputasi yang lebih ringan dibanding SIFT, sehingga cocok untuk diterapkan dalam sistem real-time atau dengan perangkat keras terbatas.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dipilih metode *Harris-Corner Detection* untuk mengekstraksi sudut penting dari ikan dalam citra guna melakukan estimasi panjang dan berat secara otomatis. Hasil yang diharapkan adalah sebuah sistem yang mampu mengestimasi panjang serta berat ikan pada gambar secara akurat

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan masalah diatas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah **“Bagaimana cara mengukur panjang serta menghitung berat ikan menggunakan metode *Harris-Corner Detection*?”**

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem hanya menghitung panjang dan berat ikan dengan menggunakan menggunakan *harris-corners detection*.
2. Jenis Ikan yang digunakan adalah ikan lele, ikan mas, dan ikan nila.
3. Sumber gambar berupa dataset yang diambil langsung dari lapangan dan telah dihilangkan latar belakangnya.
4. Citra yang digunakan hanya tampak samping.
5. Bahasa Pemrograman menggunakan python 3 atau lebih.
- 6.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian adalah Membangun sistem berbasis citra digital untuk mengestimasi panjang dan berat ikan menggunakan deteksi titik sudut dengan menggunakan metode *Harris-corner detection*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis Memperoleh gelar sarjana dalam bidang Ilmu Komputer, dan menambah pengalaman dalam pembangunan sebuah sistem operasi komputer dengan aplikasi dunia nyata, serta pengetahuan tentang pendeteksian sudut atau korne dari *Harris-corner Detection*.
2. Bagi Program Studi Ilmu Komputer Penelitian "Penghitungan Panjang Dan Berat Ikan Menggunakan Harris-Corners Detection" bisa dapat dijadikan sebagai referensi dan menambah wawasan warga prodi Ilmu Komputer Universitas Negeri Jakarta.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Deteksi Fitur

Deteksi fitur adalah salah satu teknik penting dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk mengekstraksi informasi spesifik dari gambar. Fitur pada citra dapat berupa titik sudut (corner), tepi (edge), atau pola tertentu yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik objek di dalam gambar. Deteksi fitur sangat penting karena fitur-fitur ini sering kali tidak terpengaruh oleh perubahan pencahayaan, rotasi, atau skala, sehingga dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pemetaan, pengenalan objek, dan pencocokan gambar.

2.2 *Harris-Corner Detection*

Harris-Corner Detection merupakan salah satu dari sekian banyak algoritma untuk mendeteksi fitur (*feature*), algoritma ini pertama kali diperkenalkan oleh Chris Harris dan Mike Stephens pada tahun 1988 (Harris dkk., 1988). Ide dibalik metode Harris adalah untuk mendeteksi titik sudut berdasarkan variasi intensitas di area sekitar: wilayah yang kecil di sekitar fitur menunjukkan perubahan intensitas yang besar dibandingkan dengan pergeseran jendela ke segala arah (Sánchez dkk., 2018). Dengan melibatkan matriks momen kedua (*second moment matrix*) untuk menghitung variasi perubahan intensitas dalam dua arah utama.

$$R = \det(M) - k * (\text{trace}(M))^2 \quad (2.1)$$

Nilai R akan menunjukkan keberadaan sudut pada area tersebut. Jika nilai R yang besar akan menunjukkan keberadaan sudut di area tersebut, sebaliknya nilai R yang kecil menunjukkan daerah tersebut merupakan tepi.

2.3 *Second moment matrix*

Matriks momen kedua (*second moment matrix*) adalah matriks simetris 2x2 yang mencerminkan variasi intensitas di sekitar piksel dalam sebuah citra. Matriks ini seringkali digunakan untuk mendeteksi fitur, atau mendeskripsikan struktur dari

local image. Matriks ini juga panggil sebagai matriks *auto-correlation* bisa dilihat pada 2.2

$$M = \begin{bmatrix} A & C \\ C & B \end{bmatrix} = g(\sigma_I) * \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Hasil dari turunan dihitung pada setiap posisi dan koefisien dari matriks dikonvolusi dengan fungsi gaussian. Langkah ini merupakan langkah paling lama karena menggunakan tiga konvolusi gaussian (Sánchez dkk., 2018). Matriks ini memiliki dua nilai eigen, nilai tersebut dapat memungkinkan mengidentifikasi suatu area :

- Jika kedua nilai eigen kecil, maka area tersebut adalah *flat area*.
- Jika satu nilai besar, dan satu kecil, maka area tersebut adalah tepi.
- Jika kedua nilai eigen besar, maka kemungkinan besar area tersebut adalah sudut (*corner*).

Dengan menggunakan sifat tersebut menghitung respon sudut menggunakan analisis nilai eigen atau menggunakan metode lain, salah satunya fungsi kekuatan sudut Harris *R* seperti yang dijelaskan pada 2.1.

2.4 Gradient

Gradien dalam matematika dan pemrosesan citra adalah sebuah konsep yang menunjukkan arah perubahan sebuah nilai intensitas pada suatu titik pada gambar 2-Dimensi atau 3-Dimensi. Dalam gambar atau citra digital, Gradien memainkan peran utama dalam membentuk matriks auto-korelasi, yang nilai eigen-nya menggambarkan struktur lokal gambar. Wilayah dengan nilai eigen tinggi di semua arah menunjukkan sudut, sedangkan wilayah dengan satu nilai eigen tinggi menggambarkan tepi. (Harris dkk., 1988)

Berbagai operator gradien, seperti Sobel, Prewitt, dan Scharr, digunakan untuk menghitung gradien dalam gambar dengan mendeteksi perubahan intensitas piksel di sepanjang arah tertentu. Operator Sobel, sebagai salah satu metode yang paling umum, menggunakan kernel konvolusi untuk menghitung gradien dalam arah horizontal (x) dan vertikal (y), menghasilkan peta gradien yang mengidentifikasi tepi dan perubahan penting dalam struktur gambar.

BAB III

METODE PENELITIAN

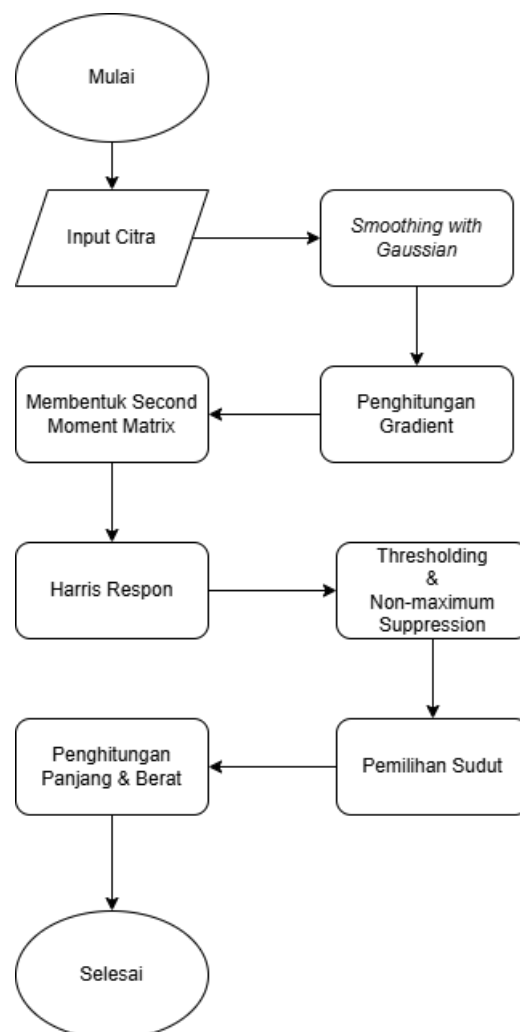
3.1 Deskripsi Sistem

Sistem bertujuan untuk melakukan penghitungan panjang serta berat objek ikan yang menggunakan metode *Harris-corners* dan *Gaussian Laplace*. Penelitian berfokus dalam menghasilkan berupa data hasil panjang dan berat objek ikan. Dataset citra ikan diambil secara langsung menggunakan *Smartphone* pada sebuah penangkaran ikan. Kemudian bahasa yang akan digunakan dalam membangun sistem adalah Python versi 3.

Tahapan dalam penghitungan panjang dan berat ikan menggunakan *Harris-Corner Detection* adalah Pemrosesan Citra, *Smoothing Gaussian*, Perhitungan gradien, autokorelasi matriks gradien, *Harris Respons*, melakukan threshold-ing dan *Non-Maximum Suppression*, menentukan koordinat sudut, perhitungan panjang dan lebar, Penghitungan berat, dan terakhir adalah mengasosiasikan data.

3.2 Perancangan Sistem

Pada bagian ini akan membahas tentang proses yang akan dilakukan untuk mengetahui tahapan yang ditempuh dalam membangun sistem penghitungan berat dan panjang ikan. Tahapan pertama yang dilakukan adalah melakukan *input* gambar yang akan dibaca sistem, setelah itu citra akan diproses menggunakan *Smoothing gaussian* untuk mengurangi *noise*. Kemudian perhitungan gradien dilakukan bertujuan untuk menghitung setiap perubahan intensitas yang berada di sekitar titik, hasil tersebut akan diolah kembali menggunakan autokorelasi matriks gradien, dan dilanjutkan dengan menjalankan *Harris respons*. *Harris respons* bertujuan untuk mengetahui bahwa titik tersebut adalah sebuah sudut, atau sisi berdasarkan pada hasil respon harris. Hasil dari harris akan memasuki tahapan thresholding dan *non-maximum suppression* untuk memilih sudut maximum pada area tertentu. Setelah mendapatkan titik yang merupakan sebuah sisi, titik-titik tersebut akan dipilih. Dimana hasil dari pemilihan tersebut akan menjadi cara untuk dapat menghitung panjang, lebar dan berat ikan. Gambaran perancangan sistem yang sederhana terdapat pada gambar 3.1



Gambar 3.1: Alur Penelitian

3.2.1 Pemrosesan Citra

Gambar yang akan digunakan berformat .jpg atau .png, dengan latar belakang yang telah dihilangkan dan digantikan dengan warna solid. Gambar tersebut akan diubah dari format RGB menjadi citra *grayscale*. Perubahan ini diperlukan untuk mempermudah proses pendeteksian sudut.

3.2.2 Smoothing Gaussian

Metode *Smoothing Gaussian* digunakan untuk mengurangi *noise* pada gambar sebelum melanjutkan ke perhitungan lebih lanjut. *Noise* adalah gangguan yang muncul dalam gambar digital yang dapat mengaburkan detail atau informasi penting. *noise* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kualitas sensor kamera yang rendah, pencahayaan yang buruk, atau kesalahan dalam proses pemindahan data. Dalam gambar, *noise* biasanya terlihat sebagai bintik-bintik acak atau intensitas piksel yang tidak diinginkan. Keberadaan *noise* ini dapat menjadi masalah dalam proses pendeteksian sudut, karena *noise* dapat menyebabkan munculnya sudut palsu yang tidak sesuai dengan gambar asli.

Langkah pertama dalam *smoothing Gaussian* adalah membentuk *Gaussian kernel*. Pemilihan ukuran kernel sangat berpengaruh terhadap hasil *smoothing*, khususnya pada tingkat kehalusan gambar dan jumlah *noise* yang berkurang. Semakin besar kernel yang digunakan, semakin banyak *noise* yang dihilangkan, tetapi hal ini dapat menyebabkan detail gambar ikut terhapus. Sebaliknya, jika kernel yang digunakan berukuran kecil, detail gambar akan lebih terjaga, tetapi *noise* mungkin masih tetap ada. Setelah menentukan ukuran kernel yang akan digunakan kernel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (??).

Langkah selanjutnya adalah mengaplikasikan kernel pada gambar. Proses ini dilakukan dengan menerapkan kernel secara berulang pada setiap piksel di seluruh gambar. Namun, sebelum langkah tersebut, gambar perlu di-*padding* terlebih dahulu. *Padding* adalah proses menambahkan piksel pada tepi gambar sebelum pemrosesan dengan kernel atau model dimulai. Tujuan dari *padding* adalah untuk mempertahankan ukuran gambar setelah diterapkannya operasi tertentu, seperti konvolusi. Setelah *padding* diterapkan, konvolusi akan dilakukan dengan menggunakan persamaan (??).

3.2.3 Perhitungan Gradien

Gambar yang telah diperhalus akan dilanjutkan dengan menghitung gradien pada setiap *pixel*-nya. Tujuan dari penghitungan gradien adalah untuk mengetahui perubahan intensitas pada setiap piksel, yang pada umumnya akan menunjukan tepi atau kontur dalam sebuah gambar. Penghitungan gradien juga memerlukan kernel untuk dapat bekerja, terdapat banyak kernel yang dapat digunakan untuk menghitung gradien, contohnya kernel sobel.

Kernel Sobel digunakan untuk menghitung estimasi gradien dengan memberikan bobot yang lebih besar pada piksel tetangga terdekat di sekitar piksel pusat. Kernel sobel terdiri dari dua matriks 3×3 , yang bertujuan untuk menghitung gradien pada dua arah yaitu:

- **Gradien Horizontal (G_x):** Mengukur perubahan intensitas sepanjang sumbu x.
- **Gradien Vertical (G_y):** Mengukur perubahan intensitas sepanjang sumbu y.

Berikut adalah kernel yang akan digunakan dalam operator sobel :

1. Kernel Sobel Horizontal

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2. Kernel Sobel Vertical

$$S_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Perhitungan gradien juga akan menggunakan rumus (??) tetapi gaussian filter akan diganti dengan kernel sobel horizontal (G_x) dan kernel sobel vertical (G_y). Maka rumusannya akan seperti berikut :

$$\begin{aligned} G_x &= S_x * I(x) \\ G_y &= S_y * I(x) \end{aligned} \tag{3.1}$$

3.2.4 Menghitung Second Moment Matriks

Setelah hasil dari perhitungan gradien didapatkan, hasil tersebut akan dibuat menjadi matriks kembali dengan rumus (2.2). Nilai gradien dihitung untuk

mendapatkan koefisien matriks autokorelasi. Setelah koefisien didapatkan, koefisien tersebut akan dikonvolusi dengan filter gaussian. Hasil dari konvolusi digunakan untuk membentuk matriks M yang akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Bentuk dari matriks M sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Sigma I_x &= g(\sigma) * G_x^2 \\ \Sigma I_x I_y &= g(\sigma) * G_x * G_y \\ \Sigma I_y &= g(\sigma) * G_y^2 \\ M &= \begin{bmatrix} \Sigma I_x & \Sigma I_x I_y \\ \Sigma I_x I_y & \Sigma I_y \end{bmatrix}\end{aligned}\quad (3.2)$$

3.2.5 Harris Respon

Matriks M digunakan untuk menghitung respon harris, menggunakan rumus harris yaitu:

$$R(x, y) = Det(M) - k * (trace(M))^2 \quad (3.3)$$

Dimana $Det(M)$:

$$Det(M) = \Sigma I_x * \Sigma I_y - \Sigma I_x I_y^2$$

Dan $trace(M)$

$$trace(M) = \Sigma I_x + \Sigma I_y$$

Penggunaan harris respon bertujuan untuk menandai bahwa piksel tersebut adalah sudut atau tidak.

3.2.6 Thresholding dan *Non-Maximum suppression*

Setelah nilai harris didapatkan tahapan langkah selanjutnya adalah melakukan Thresholding. Thresholding adalah cara untuk memilih hasil deteksi dengan cara menetapkan nilai ambang batas. Jika nilai harris melebihi dari ambang batas, maka piksel tersebut akan dianggap sebagai potensial sudut kuat, Sebaliknya jika nilai harris lebih kecil maka piksel tersebut akan diabaikan. Tujuannya supaya mengurangi piksel yang perlu menjadi diproses lebih lanjut.

$$Corner(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } R(x, y) > T \\ 0 & \text{jika } R(x, y) \leq T \end{cases} \quad (3.4)$$

Setelah melewati Thresholding, setiap piksel yang telah lolos akan diperiksa kembali dengan *Non-Maximum Suppression* atau NMS. NMS bertujuan untuk mengelolah kembali piksel yang saling berdekatan satu sama lain. NMS akan memilih piksel pada *range* tertentu, piksel dengan nilai R terbesar akan terpilih sebagai puncak lokan dan dipertahankan sebagai sudut, dan yang lainnya akan diabaikan.

$$NMS(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } R(x, y) = MaxLocalR(i, j) \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

Dimana $MaxLocal R(i, j)$ adalah nilai maksimum yang berada disekitar piksel (x, y) .

3.2.7 Memilih Piksel

Setelah sudut telah melalui Thresholding dan NMS, sudut-sudut tersebut akan dipilih berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.

1. Sudut berada pada bagian ekor.
2. Sudut berada pada bagian mulut.
3. Sudut berada pada bagian sirip atas.
4. Sudut berada pada bagian bawah atau perut.

Keempat kriteria tersebut dibutuhkan untuk mempermudah dalam penghitungan panjang dan lebar.

3.2.8 Menghitung Panjang dan Berat

Rumus untuk menghitung panjang dan lebar dengan menggunakan koordinat yang telah dipilih adalah sebagai berikut :

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (3.5)$$

Untuk menghitung panjang dan lebar asli sebuah benda dalam gambar dibutuhkan dua hal, yaitu skala dan panjang benda pada gambar. Skala dapat dicari dengan dua cara yaitu menggunakan benda referensi, atau dengan menggunakan resolusi pada gambar tersebut.

Kedua cara tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, contohnya menggunakan benda referensi. Metode ini memerlukan benda lain dalam gambar dan mengetahui panjang dari benda lain tersebut, jika tidak ada benda lain pada gambar diperlukan pengambilan gambar pada jarak yang sama dengan benda yang ingin dicari panjangnya. Kelebihan dari metode ini adalah akurasi yang tinggi, metode selanjutnya juga sama menggunakan resolusi gambar dapat mempermudah penghitungan, namun akurasi dari penghitungan panjang akan berkurang.

$$Skala = \frac{UkurangNyata}{Ukurangambar}$$

$$JarakNyata = Jarakgambar * Skala \quad (3.6)$$

Setelah diketahui panjang dan lebar, langkah berikutnya adalah menghitung berat. Penghitungan berat pada gambar akan dilakukan dengan menggunakan interpolasi dengan data yang telah diambil. Menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_n = W_x + (L_n - L_x / L_y - L_x) * (W_y - W_x) \quad (3.7)$$

Dimana

- W_n berat yang dicari.
- W_x berat sebelum.
- W_y berat sesudah.
- L_n Luas dari berat yang dicari.
- L_x Luas dari berat sebelum.
- L_y Luas dari berat sesudah.

Jika diatas akan dilakukan kembali jika lebar dari ikan juga berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, C. F. A. (2020). “Rancang Bangun Fish Counter Untuk Menghitung Bibit Ikan Lele”. In: *Skripsi Program Sarjana Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia*, pp. 1–37.
- Diansari, R. R., A. Endang, and E. Tita (2013). “PENGARUH KEPADATAN YANG BERBEDA TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN PERTUMBUHAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) PADA SISTEM RESIRKULASI DENGAN FILTER ZEOLIT”. In: *Jurnal Aquakultur Manajemen dan Teknologi* 2.3, pp. 37–45.
- Harris, C. and M. Stephens (1988). “A Combined Corner and Edge Detector”. In: *Proceedings of the Alvey Vision Conference 1988*. Alvey Vision Club, pp. 23.1–23.6.
- Lowe, D. (1999). “Object recognition from local scale-invariant features”. In: *Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision*. IEEE, 1150–1157 vol.2.
- Lowe, D. G. (Nov. 2004). “Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints”. In: *International Journal of Computer Vision* 60.2, pp. 91–110.
- Mikolajczyk, K. and C. Schmid (2004). “Scale & affine invariant interest point detectors”. In: *International Journal of Computer Vision* 60.1, pp. 63–86.
- Sánchez, J., N. Monzón, and A. Salgado (2018). “An analysis and implementation of the harris corner detector”. In: *Image Processing On Line* 8.March, pp. 305–328.