

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Pustaka

1. Pengertian Citra

Citra (*image*) secara harfiah diartikan sebagai gambar pada bidang dua dimensi (dwimatra). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (scanner), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam (Fathi, Fahmi, & Sunarya, 2016).

Citra (*image*) adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpan (Setiawan & Asri, 2015)

2. Operasi Pengolahan Citra

Operasi yang dilakukan untuk mentransformasikan suatu citra menjadi citra lain dapat dikategorikan berdasarkan tujuan transformasi maupun cakupan operasi yang dilakukan terhadap citra.

Berdasarkan tujuan transformasi operasi pengolahan citra dikategorikan sebagai berikut :

1. Peningkatan Kualitas Citra (Image Enhancement)

Contoh-contoh operasi perbaikan citra:

- a. Perbaikan kontras gelap/terang
- b. Perbaikan tepian objek (Edge Enhancement)
- c. Penajaman (Sharpening)

2. Pemulihan Citra (Image Restoration)

Contoh-contoh operasi pemulihan citra:

- a. Penghilangan kesamaran (Deblurring)
- b. Penghilangan derau (Noise)

3. Segmentasi citra

Jenis operasi ini bertujuan untuk memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis operasi ini berkaitan erat dengan pengenalan pola.

4. Analisis citra (Image Analysis) Contoh-contoh operasi Analisis citra :
 - a. Pendeteksian tepi (edge detection)
 - b. Ekstraksi batas (boundary)
 - c. Representasi batas (region)(Ginting, 2014)

3. Digitalisasi Citra

Digitalisasi citra adalah sajian citra dari fungsi malar (kontinu/menerus) menjadi nilai-nilai diskret. Sedangkan citra digital adalah citra yang dibentuk oleh nilai-nilai diskret hasil digitalisasi. Citra digital juga lazim disajikan secara matriks berukuran N baris dan M kolom.

Masing–masing elemen dalam citra digital (dalam hal ini adalah elemen matriks) disebut *image element*, *picture element*, atau piksel atau

pel. Sehingga sebuah citra yang berukuran $N \times M$ memiliki piksel sebanyak NM buah(Sa'diyah et al., 2011).

4. Pembentukan Citra

Citra ada dua macam yaitu citra kontinu dan citra diskrit. Citra kontinu dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog, misalnya mata manusia dan kamera analog. Citra diskrit dihasilkan melalui proses digitalisasi sehingga mampu menghasilkan citra diskrit, misalnya kamera digital dan scanner. Citra diskrit disebut juga citra digital. Komputer digital yang umum dipakai saat ini hanya dapat mengolah citra digital. Citra Digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar dalam pengolahan citra adalah:

1. Kecerahan (brightness)
2. Kontras (contrast)
3. Kontur (contour)
4. Warna (colour)
5. Bentuk (shape)
6. Tekstur (texture)

5. Kamera Smartphone

a) **Kamera** adalah alat yang sangat sering digunakan dalam dunia fotografi. Kamera digunakan untuk membentuk dan merekam suatu bayangan potret pada lembaran film(Solikin, 2018).

b) *Smartphone*

Smartphone merupakan *telephone* yang memiliki fitur-fitur dengan kemampuan melebihi *telephone* pada umumnya, hal ini biasa dilihat dengan keberadaan fitur tambahan selain untuk komunikasi, seperti fasilitas pendukung tambahan aplikasi. Kemajuan teknologi dan informasi dapat dilihat dengan semakin banyaknya penggunaan

smartphone sebagai Alat Bantu yang mutakhir, yang bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia, sehingga waktu yang digunakan semakin cepat, dan mudah.

Adapun beberapa jenis *operating system* (OS) yang dijalankan pada *smartphone* yaitu *iPhone operating system*, *Android operating system*, *BlackBerry operating system* dan sebagainya. Itu merupakan sebagian dari *Operating System* yang dijalankan oleh vendor-vendor dan perusahaan - perusahaan besar di dunia(Solikin, 2018).

6. Android

Pada dasarnya pengertian *Android* adalah sistem operasi yang bersifat *open-source*, yang dapat dikembangkan bahkan dipelajari tanpa harus membayar kepada pengembang itu sendiri(Riyantomo, Mustagfirin, & Khoir, 2019).

Android merupakan sebuah sistem operasi untuk perangkat *mobile* berbasis *Linux* yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi (Yuniar, 2014). *Android* dianggap sebagai *platform mobile* masa depan karena memiliki ciri (Safaat, 2014)antara lain:

a. Lengkap (*complete platform*) Para desainer dapat melakukan yang komprehensif ketika mereka sedang mengembangkan *platform Android*. *Android* merupakan sistem operasi yang aman dan banyak menyediakan tools dalam membangun software dan memungkinkan untuk peluang pengembangan aplikasi.

b. Terbuka (*open source platform*) *Platform Android* disediakan melalui lisensi *open source*. Pengembang dapat dengan bebas untuk mengembangkan aplikasi. *Android* sendiri menggunakan *Linux Kernel 2.6*.

c. Bebas (*free platform*) *Android* adalah *platform* atau aplikasi yang bebas untuk *developer*. Tidak ada lisensi atau biaya royalti untuk pengembang pada *platform* *Android*. Tidak diperlukan biaya keanggotaan, biaya pengujian, dan kontrak. *Aplikasi* untuk *Android* dapat didistribusikan dan diperdagangkan dalam bentuk apapun. Banyak versi *android* yang dikembangkan sampai sekarang adalah sebagai dan versi terbarunya adalah *Android* versi 8.0 *Oreo* (Rusdina, Syafarina, & Amin, 2020).

7. Open Computer Vision (OpenCV)

OpenCV adalah sebuah open source library (see <http://opensource.org>) untuk library computer vision (<http://SourceForge.net/projects/opencvlibrary>). Library ditulis dengan bahasa C dan C++ dan berjalan pada Linux, Windows dan Mac OS X. Untuk pengembangannya berjalan pada Python, Ruby, Matlab, dan Bahasa lain [7]. OpenCV didesain untuk efisiensi komputasi dan berfokus pada aplikasi realtime. Tujuannya adalah untuk memberi kemudahan pada pengguna aplikasi computer vision agar dapat bekerja dengan cepat. OpenCV library memiliki lebih dari 500 fungsi dan menjangkau banyak area pada pengaplikasian computer vision, antara lain inspeksi produk, citra medis, keamanan, user interfaces, kalibrasi kamera, stereo vision, dan robotika (Fathi et al., 2016).

Image Processing adalah operasi yang dilakukan untuk mengekstrak dan modifikasi suatu citra sesuai dengan output yang dibutuhkan. Beberapa morfologi *image* processing antara lain:

- a. *Smoothing* juga sering disebut blurring dan sering kali digunakan pada operasi pemrosesan citra. Banyak alasan untuk melakukan smoothing, tetapi biasanya digunakan untuk mengurangi *noise* dan camera artifact.

Smoothing juga sangat penting ketika digunakan sebagai dasar untuk menurunkan resolusi dari sebuah citra.

- b. *Image Morphology*, OpenCV menyediakan kecepatan, antarmuka yang mudah digunakan untuk melakukan transformasi morfologi pada citra. Transformasi morfologi dasar disebut dilatasi dan erosi, mereka muncul dalam berbagai konteks seperti menghilangkan *noise*, mengisolasi unsur individu, dan menggabungkan elemen berbeda dalam citra. Morfologi juga dapat digunakan untuk menemukan benjolan intensitas atau lubang di gambar dan untuk menemukan gradien gambar.
- c. *Opening dan Closing* adalah dua operasi utama pada dilatasi dan erosi,. Dalam kasus *opening*, kita melakukan erosi pertama dan kemudian dilasi. Sebaliknya aplikasi *closing* dikaukan berlawanan dengan *opening*.
- d. *Threshold*, Setelah melakukan banyak langkah-langkah pengolahan dan ingin membuat keputusan akhir tentang piksel dalam gambar atau kategori menolak, pada piksel bawah atau di atas pada bebarapa nilai sekaligus untuk menjaga yang lain. Fungsi Open CV `cvThreshold ()` menyelesaikan tugas-tugas ini. Ide dasarnya adalah bahwa sebuah jika array diberikan, bersama dengan ambang batas, dan kemudian sesuatu terjadi pada setiap elemen dari array tergantung pada apakah itu di bawah atau di atas ambang batas(Fathi et al., 2016).

8. Android Studio

Android Studio merupakan sebuah *Integrated Development Environment (IDE)* khusus untuk membangun aplikasi yang berjalan pada platform *android*. *Android studio* ini berbasis pada *IntelliJ IDEA*, sebuah IDE untuk bahasapemrograman *Java*. Bahasa pemrograman utama yang digunakan adalah *Java*, sedangkan untuk membuat tampilan atau layout, digunakan bahasa XML `Invalid source specified..`

Sistem informasi berbasis android saat ini sudah menjadi suatu kebutuhan yang penting, terlebih lagi dengan bantuan internet, wisatawan tidak perlu menunggu terlalu lama untuk mendapatkan pelayanan informasi dan lokasi pada tempat yang di tuju. Untuk mendukung hal tersebut maka dibutuhkan sebuah aplikasi untuk membantu pelayanan informasi dan petunjuk arah secara online dengan android yang sebelumnya dilakukan secara manual, dengan adanya aplikasi ini diharapkan mempermudah wisatawan untuk pergi ketempat yang di tuju.

Android studio sendiri dikembangkan berdasarkan IntelliJ IDEA yang mirip dengan *Eclipse* disertai dengan *ADT plugin (Android Development Tools)*. *Android studio* memiliki fitur:

- a) Projek berbasis pada *Gradle Build*
- b) Refactory dan pembenahan *bug* yang cepat
- c) Tools baru yang bernama “*Lint*” diklaim dapat memonitor kecepatan, kegunaan, serta kompetibelitas aplikasi dengan cepat.
- d) Mendukung *Proguard* And *App-signing* untuk keamanan.
- e) Memiliki GUI aplikasi android lebih mudah.

Didukung oleh *Google Cloud Platfrom* untuk setiap aplikasi yang dikembangkan(Rusdina et al., 2020).

9. Rekayasa Perangkat Lunak

Rekayasa perangkat lunak (*software engineering*) merupakan pembangunan dengan menggunakan prinsip atau konsep rekayasa dengan tujuan menghasilkan perangkat lunak yang bernilai ekonomi yang bekerja secara efisien menggunakan mesin terpakai (Rosa dan Shalahuddin, 2015).

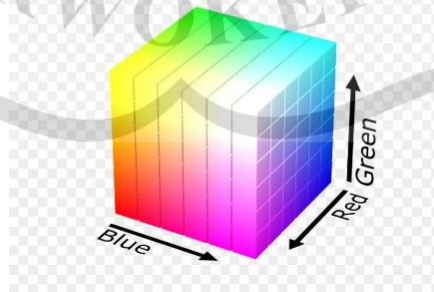
10. Java

Java adalah bahasa pemrograman berorientasi objek yang serbaguna yang mulanya dikembangkan oleh perusahaan Sun Microsystems dengan berbasiskan kepada *Object Oriented Programming* (OOP).

Kelebihan java dari bahasa pemrograman yang lain adalah bisa dijalankan di berbagai jenis sistem operasi sehingga dikenal juga bahasa pemrograman multiplatform, bersifat pemrograman berorientasi *object* (PBO), memiliki *library* yang lengkap (Sufeniyati & Kartika, 2010).

11. Ruang Warna RGB

Ruang warna RGB (*red, green, blue*) merupakan ruang warna yang didasarkan pada hasil akuisisi frekuensi warna oleh sensor elektronik. Bentuk keluaran dari sensor ini adalah berupa sinyal analog, yang kemudian intensitas amplitudonya didigitalisasi dan dikodekan dalam 8 *bit* untuk setiap warnanya. Dari tiga warna dasar ini dapat terbentuk 2^4 atau 16.777.216 warna lainnya. RGB adalah ruang warna aditif yang berarti semua warna dimulai dari hitam dan dibentuk dengan menambahkan warna dasar R, G dan B. Setiap warna yang tampak merupakan kombinasi dari tiga komponen R, G dan B (Prabowo, 2017). Gambar warna RGB seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Citra Warna RGB

12. Pendeteksian Tepi

Faktor kunci dalam mengekstraksi ciri adalah kemampuan mendeteksi keberadaan tepi (edge) dari objek di dalam citra. Pendeteksian tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi di dalam citra. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi di dalam citra. Tujuan pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra (Ginting, 2014)

Pendeteksian tepi penting digunakan dalam pengolahan citra digital guna meningkatkan garis batas suatu daerah atau objek atau menghasilkan tepi-tepi dari objek-objek citra yang bertujuan untuk menandai bagian tertentu pada citra dan untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena *error* atau adanya efek dari proses akuisisi citra. Pelacakan tepi merupakan operasi untuk menemukan perubahan intensitas lokal yang berbeda dalam sebuah citra (Setiawan & Asri, 2015)

13. Metode Canny

Mendeteksi tepi-tepi pada citra ini dapat digunakan metode Canny. Operator Canny Salah satu algoritma deteksi tepi modern adalah deteksi tepi dengan menggunakan metode Canny. Deteksi tepi Canny ditemukan oleh Marr dan Hildreth yang meneliti pemodelan persepsi visual manusia.

Ada beberapa kriteria pendeteksian tepian paling optimum yang dapat dipenuhi oleh algoritma Canny:

a. Mendeteksi dengan baik (kriteria deteksi)

Kemampuan untuk meletakkan dan menandai semua tepi yang ada sesuai dengan pemilihan parameter-parameter konvolusi yang dilakukan.

Sekaligus juga memberikan fleksibilitas yang sangat tinggi dalam hal menentukan tingkat deteksi ketebalan tepi sesuai yang diinginkan.

b. Melokalisasi dengan baik (kriteria lokalisasi)

Dengan Canny dimungkinkan dihasilkan jarak yang minimum antara tepi yang dideteksi dengan tepi yang asli.

c. Respon yang jelas (kriteria respon) Hanya ada satu respon untuk tiap tepi. Sehingga mudah dideteksi dan tidak menimbulkan kerancuan pada pengolahan citra selanjutnya.

Pemilihan parameter deteksi tepi Canny sangat mempengaruhi hasil dari tepian yang dihasilkan. Beberapa parameter tersebut antara lain : Nilai Standart Deviasi Gaussian dan Nilai Ambang.(Ginting, 2014).

Deteksi tepi ini dilakukan untuk mendeteksi tepian – tepian citra dari citra abu – abu ke citra biner. Metode ini diambil karena dapat mendeteksi tepian dengan ketebalan *edge* yang bernilai satu piksel yang dimaksudkan untuk melokalisasikan posisi *edge* pada citra sepresisi mungkin. Hal yang pertama dilakukan oleh metode ini adalah menggunakan gaussian filter untuk menghilangkan noise. Algoritma kemudian menemukan besarnya gradien dan arah dengan menghitung turunan-x dan turunan-y yang kemudian melakukan apa yang disebut dengan penindasan non-maksimal, dimana ia melacak disepanjang puncak yang naik dari tepi dan menetapkan piksel – piksel yang tidak di atas hubungan ke nol, akhirnya menghasilkan garis tipis pada hasilnya(Nurcahyo, Puspaningrum, & Saputra, 2020).

Selain itu Faktor kunci dalam mengekstraksi ciri adalah kemampuan mendeteksi keberadaan tepi (*edge*) dari objek di dalam citra. Pendeteksian tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi di dalam citra. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu

tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi di dalam citra. Tujuan pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra.

Algoritma *Canny* berjalan dalam 5 langkah yang terpisah yaitu:

1. *Smoothing*: Mengaburkan gambar untuk menghilangkan noise.
2. *Finding gradien*: Tepian harus ditandai pada gambar yang memiliki gradien yang besar.
3. *Non-maksimum-suppresion*: Hanya maxima lokal yang harus ditandai sebagai tepi.
4. *Edge Tracking by hysteresis*: Tepian final ditentukan dengan menekan semua sisi yang tidak terhubung dengan tepian yang sangat kuat. (Murinto, 2015).

14. Transformasi Hough

Transformasi Hough menggunakan bentuk parametrik dan menggunakan pemungutan suara terbanyak (*voting*) untuk menentukan nilai parameter yang tepat. Apabila dalam citra terdapat beberapa garis yang saling berpotongan pada suatu titik, maka apabila kemudian titik tersebut ditransformasi ke dalam ruang parameter akan didapati bahwa transformasi dalam ruang parameter adalah sebuah garis lurus dengan persamaan garis dinyatakan sebagai, $y_i = mx_i + c$.

Sebaliknya jika dalam citra terdapat sebuah garis lurus, dimana garis tersebut mempunyai persamaan seperti persamaan (2.1), maka apabila ditransformasi ke dalam ruang parameter akan diperoleh bahwa transformasi dalam ruang parameter adalah beberapa garis yang saling berpotongan dalam suatu titik. Persamaan transformasi diperoleh dengan cara memanipulasi persamaan garisnya (Sa'diyah et al., 2011).

Sifat dari transformasi Hough memungkinkannya untuk diadaptasi untuk mendeteksi bentuk yang lebih kompleks seperti elips, atau kurva dengan biaya komputasi yang lebih mahal (Baker et al., 2017)

Transformasi Hough adalah standar algoritma pada *computer vision* yang digunakan untuk menentukan parameter objek geometri sederhana seperti garis dan lingkaran pada citra. Transformasi Hough pada citra iris dapat digunakan untuk mengisolasi lokasi citra iris dari bagian lainnya seperti pupil dan selera.

Proses yang dilakukan adalah dengan mengambil parameter lingkaran yang melalui setiap titik pada citra tepi hasil pendeteksian tepi. Parameter ini adalah pusat koordinat x_c dan y_c dan radius r_c yang mampu untuk mendefinisikan setiap lingkaran yang sesuai dengan rumus

$$x_c^2 + y_c^2 - r_c = 0$$

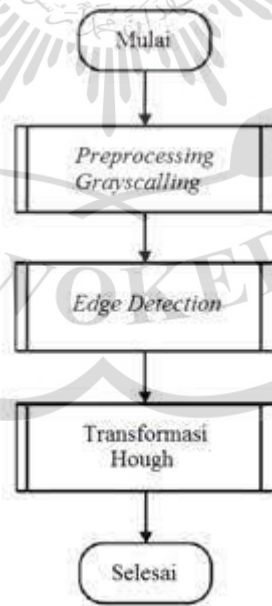
Titik maksimum pada ruang hough akan sama dengan radius dan pusat koordinat dari lingkaran terbaik yang didefinisikan oleh pendeteksian tepi (Distira, 2012).

Transformasi Hough awalnya diperkenalkan oleh Paul Hough pada tahun 1962. Pada awal diperkenalkan, Transformasi Hough digunakan untuk mendeteksi garis lurus pada citra. Transformasi Hough merupakan teknik transformasi citra yang dapat digunakan untuk mengisolasi suatu objek pada citra dengan menemukan batas-batasnya (*boundary detection*). (Setiawan & Asri, 2015).

Transformasi Hough merupakan suatu teknik untuk menentukan lokasi suatu bentuk dalam citra (Hough, 1962), P.V.C Hough adalah yang mencetuskan pertama kali pada tahun 1962, oleh Rosenfeld (Rosenfeld, 1969) melihat potensi sebagai salah satu algoritma dalam pemrosesan citra,

kemudian diimplementasikan oleh Duda (Duda & Hart, 1972) untuk mendeteksi garis dalam citra.

Implementasi Transformasi *Hough* menjelaskan sebuah pemetaan dari titik-titik gambar menuju ruang akumulator, pemetaan tersebut diperoleh dalam bentuk yang efisien secara matematis, berdasarkan fungsi yang menjelaskan kondisi dari target. pemetaan ini membutuhkan jauh lebih sedikit sumber perhitungan matematis dibandingkan dengan pencocokan pola. Bagaimanapun, Transformasi *Hough* masih membutuhkan penyimpanan signifikan dan perhitungan matematis tingkat tinggi. Masalah-masalah ini diselesaikan kemudian, karena mereka memfokuskan untuk pengembangan Transformasi *Hough* secara kontinu. Bagaimanapun, fakta bahwa Transformasi *Hough* ekuivalen dengan pencocokan pola telah menjadikannya sebagai salah satu dari teknikteknik ekstraksi bentuk yang terpopuler yang ada(Hatta, Moch, 2019). Berikut metode Transformasi Hough seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Metode Transformasi Hough

15. Fotografi

Fotografi (dari bahasa Inggris: *photography*, yang berasal dari kata Yunani yaitu "*Photos*" : Cahaya dan "*Grafo*" : Melukis/menulis.) adalah proses melukis/menulis dengan menggunakan media cahaya. Sebagai istilah umum, fotografi berarti proses atau metode untuk menghasilkan gambar atau foto dari suatu obyek dengan merekam pantulan cahaya yang mengenai obyek tersebut pada media yang peka cahaya. Alat paling populer untuk menangkap cahaya ini adalah kamera. Tanpa cahaya, tidak ada foto yang bisa dibuat.(wikipedia.org)

Prinsip fotografi adalah memfokuskan cahaya dengan bantuan pembiasan sehingga mampu membakar medium penangkap cahaya. Medium yang telah dibakar dengan ukuran luminitas cahaya yang tepat akan menghasilkan bayangan identik dengan cahaya yang memasuki medium pembiasan (lensa) (wikipedia.org).

Istilah fotografi dalam kamus besar bahasa Indonesia adalah seni atau proses penghasilan gambar dan cahaya pada film. Artinya, pengertian dari fotografi adalah “menulis atau melukis dengan cahaya” Prinsip dari fotografi adalah memfokuskan suatu cahaya dengan bantuan pembiasan sehingga dapat membakar medium penangkap cahaya. Medium yang telah dibakar dengan ukuran luminitas cahaya yang tepat akan menghasilkan bayangan identik dengan cahaya yang memasuki medim pembiasan(Ilham, Pradiptha, & Pandelaki, 2014).

Fotografi adalah media yang tidak ditemukan dalam sekali percobaan, melainkan kumpulan dari serangkaian percobaan yang kemudian dikombinasikan sehingga saling melengkapi. Ide tentang cahaya yang masuk ke dalam sebuah ruang kedap cahaya melalui sebuah lubang kecil akan menghasilkan gambar dari objek yang ada di depan ruang tersebut,

telah ada sejak sekitar jaman Aristoteles. Ide ini kemudian dibuktikan oleh seorang cendekiawan dari Arab bernama Alhazen yang dikenal juga sebagai Ibn Al Haytham yang menjelaskan bagaimana cara melihat Gerhana matahari melalui sebuah alat yang disebut kamera Obscura (yang artinya Ruang Gelap).

Sekalipun kamera ini adalah cikal bakal dari kamera-kamera modern saat ini, namun pada awal penggunaannya, kamera Obscura hanya dipakai sebagai alat bantu untuk membuat gambar. Alat ini memungkinkan seniman untuk menjiplak (mentracing) gambar yang dipantulkan di atas bidang kertas. Pada Jaman ini kamera Obscura mempunyai ukuran yang mencapai ukuran sebuah ruangan yang bisa dimasuki oleh manusia, kemudian pada jaman Renaisans kamera ini dibuat menjadi seukuran kotak kecil yang bisa dibawa dengan tangan dan di depan lubang ditambahkan lensa untuk memperbaiki kualitas gambar(Felix, 2011).

B. Studi Pendahuluan

Pada Penelitian sebelumnya peningkatan citra menggunakan Transformasi Hough dan menghasilkan penelitian tentang suatu aplikasi deteksi garis lurus. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

Menurut (Sa'diyah et al., 2011) pada hasil eksperimen yang dilakukan menunjukkan metode yang diusulkan memiliki tingkat keberhasilan program Transformasi Hough dalam mendeteksi garis lurus yang diberikan ada 100% ada juga yang hanya mencapai 20%.

1. Program yang dibuat dengan Matlab7.1 digunakan untuk mendeteksi garis lurus menggunakan transformasi Hough.

2. Tingkat keberhasilan program transformasi Hough dalam mendeteksi garis lurus dalam citra uji yang diberikan ada yang mencapai 100% dan ada pula yang hanya mencapai 20%.
3. Tingkat keberhasilan program transformasi Hough dalam mendeteksi ada yang hanya mencapai 20% dikarenakan oleh garis lurus yang tidak terdeteksi tersebut memiliki besar R yang merupakan hasil transformasi ke dalam koordiant polar berada di bawah besar R maksimum yang telah dikalikan dengan nilai ambang, sehingga garis lurus tersebut tidak terdeteksi sebagai garis lurus.
4. Rata-rata persentase keberhasilan dari citra uji keseluruhan mencapai 90%.

Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat memperbaiki kekurangan yang ada dan diharapkan dapat mengembangkan apa yang telah dilakukan pada penelitian ini. Untuk itu disarankan hal-hal berikut.

1. Perlu penelitian untuk pengembangan perangkat lunak transformasi Hough menggunakan bahasa-bahasa pemrograman selain Matlab, misalnya C++ dan Visual Basic. Selanjutnya, dibandingkan kinerja masing-masing program dilihat dari sisi waktu pengolahan maupun penggunaan media penyimpan (memori). Dengan demikian nantinya dapat diketahui bahasa pemrograman yang paling sesuai.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang transformasi Hough untuk tujuan mendeteksi bentuk seperti lingkaran, elips, persegi panjang, dan lain sebagainya.

Menurut (Utah, 2015) Kami mengusulkan teknik pengambilan kamera yang disempurnakan yang mempertimbangkan objektivitas piksel dan kestabilan temporal dan menghasilkan kualitas foto yang

lebih tinggi daripada teknik pengambilan foto default. Keuntungan dari metode yang diusulkan adalah bahwa metode ini secara umum dapat diterapkan pada berbagai pengambilan foto pada perangkat seluler. Dengan fokus otomatis pada titik padat objek dan menangkap pada waktu yang lebih stabil, diperoleh foto dengan kualitas yang lebih tinggi dan fokus yang lebih baik. Salah satu perhatian penting dari pendekatan yang diusulkan adalah konsumsi baterai.

Secara khusus, kami menggunakan detektor objek untuk mendeteksi sejumlah besar proposal objek pada setiap bingkai dan menemukan titik fokus otomatis menggunakan sistem penilaian yang diusulkan berdasarkan proposal ini. Kita juga perlu memproses setiap frame dengan cara ini untuk urutan frame untuk menghitung stabilitas objek. Konsumsi baterai berat karena komputasi yang intens. Untungnya, banyak upaya telah dilakukan untuk memperpanjang masa pakai baterai perangkat seluler. Di antara upaya ini, pembongkaran komputasi merupakan pendekatan yang efektif

dapat lebih mengoptimalkan kinerja energi sistem kami. Di masa mendatang, kami juga dapat menggabungkan teknik fokus otomatis yang disempurnakan ini untuk meningkatkan kualitas foto yang diambil di berbagai perangkat seluler. Pendekatan saat ini bekerja dengan baik pada foto berisi objek tunggal, kami akan memperluas pekerjaan kami ke foto yang berisi banyak objek dengan latar belakang yang kompleks. Di masa mendatang, kami juga dapat menggabungkan preferensi objek pengguna untuk mengembangkan sistem yang lebih cerdas.

Menurut (Raharjo, 2014) Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian dan analisis sistem maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam inisialisasi webcam menggunakan directshow sebagai perangkat lunak untuk pengontrol webcam yang dibuat oleh Andrew Kirillov.
2. Tidak semua citra objek target diperoleh diperoleh x_left dan x_right secara benar. Banyak faktor seperti yang menjadikan program tidak dapat bekerja secara sempurna.
3. Background objek target yang akan dideteksi sangat menentukan untuk keberhasilan pengambilan data karena pengolahan citra adalah permainan mengolah sebuah warna.
4. Untuk waktu yang diperoleh dari pengambilan gambar hingga hasil pengolahan citra dari jarak 16cm50 cm menghasilkan waktu antara 12 sampai 13 second. Perbedaan ini dikarenakan ukuran dari hasil gambar pengambilan yang berbeda, apabila pengambilan gambar semakin jauh maka waktu proses dan scanning gambar akan membutuhkan waktu yang lebih lama lagi.
5. Peletakan posisi benda yang kurang tepat dapat mengakibatkan kesalahan dalam pengolahan disparity(kedalaman).
6. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, hasil yang diperoleh mendekati jarak sesungguhnya dan error yang didapat hanya sedikit, peletakan objek target tidak berada di tengah akan tetapi berada di pinggir baik kanan ataupun kiri.

Selain itu menurut (Auliannisa, Rizkia Dwi, Fiky Yosef Suratman, 2017) Dari hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dilakukan pada sistem deteksi penyakit katarak menggunakan analisis titik pusat dan skala keabuan dengan Transformasi Hough, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi *Chataract* sudah dapat mendeteksi penyakit katarak secara general tanpa pengklasifikasian jenis-jenis katarak lebih lanjut dengan tingkat akurasi sistem 87, 27%.

2. Pendeteksian lingkaran iris dengan Transformasi Hough akan lebih baik bias dengan masukan gambar dengan ukuran kanvas yang sama pada seluruh citra data uji.
3. Secara keseluruhan analisis titik pusat akan mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perbandingan skala piksel keabuan. Akan tetapi pengklasifikasian dengan KNN akan mendapatkan waktu komputasi yang lebih baik.
4. Akurasi sistem keseluruhan yang dimiliki oleh $K=5$ dan tanpa KNN pada proses klasifikasi lebih baik, yaitu sebesar 76,63% dibandingkan dengan $K=7$ atau $K=3$ pada proses klasifikasi.

Hasil akurasi sistem hasil pengujian dengan KNN memiliki nilai yang buruk dikarenakan jumlah data uji yang kurang.

Menurut (Hatta, Moch, 2019) Pada uji coba prototype aplikasi perhitungan jumlah pipa di lapangan dengan total uji coba sampel meliputi 5 ukuran pipa, nilai minimal radius *default* yakni 80 px dan nilai maksimal radius 100 px, dengan citra yang berbeda dan uji test berbeda pula tiap ukuran, yang meliputi ukuran 3" mendapatkan akurasi 47,82% dari 2 kali uji test, ukuran 4" akurasi 100% dari 8 kali uji test, ukuran 6" 98,88% dari 9 uji test, ukuran 7" mendapat akurasi 92,30% dari 3 uji coba, dan ukuran 8" mendapatkan akurasi 97,82% dari 8 kali uji sampel.

Berdasarkan hasil pembahasan dan uji coba sistem dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi lingkaran pipa dengan menggunakan Algoritma Transformasi Hough dengan baik, sehingga metode ini layak untuk dikembangkan lebih lanjut. Penggunaan *smartphone* untuk menangkap gambar sangat berpengaruh terhadap hasil yang akan diperoleh dengan menggunakan Algoritma Transformasi Hough.

Penggunaan Algoritma Transformasi Hough sangat dipengaruhi oleh citra hasil tangkapan. Oleh karena itu dibutuhkan hasil citra dengan latar belakang seragam, agar hasil deteksi objek lingkaran dapat lebih jelas. Perlu diadakan prapemrosesan citra karena penangkapan citra menggunakan media kamera *smartphone* sangat rentan terhadap perbedaan kualitas, terlebih dalam intensitas cahaya yang kurang ataupun tidak merata yang mengakibatkan pipa membayang juga objek yang tidak presisi yang berakibat tidak mendapatkan pencahayaan. Adapun syarat lain agar objek lingkaran terdeteksi yaitu parameter *mindist* yang merupakan jarak antar titik pusat objek yang terdeteksi yang juga berpengaruh ketika pengambilan citra melebihi sudut 30 terhadap hasil objek yang nantinya tidak berbentuk bulat dan yang perlu diperhatikan disini, *mindist* bisa dibuat kondisional sesuai dengan kondisi lapangan dalam penelitian.

Menurut (Yanuangga, Yuliana, 2013) Batas kelopak selalu sulit untuk dideteksi karena nilai-nilai pixel dari iris dan sclera cukup sama, namun kami menggunakan perluasan lingkaran hough untuk mengubah informasi tentang pusat iris yang dilanjutkan langsung ke akumulator ruang sehingga memastikan kecepatan komputasi lebih cepat dan pengurangan ruang memori yang digunakan sementara dapat dipertahankan.

Penghapusan oklusi besar disebabkan oleh kelopak mata dicapai dengan menerapkan operator deteksi tepi dan kemudian tepi kelopak mata yang terdeteksi dihapus dari iris. Kami telah mengembangkan dan menerapkan sistem segmentasi iris yang ditingkatkan berdasarkan Lingkaran transformasi *hough*, dengan tingkat akurasi 98,90% dan tingkat kesalahan dari 1,1%.

Jadi kami sarankan bahwa lebih banyak pekerjaan yang harus dilakukan untuk menggunakan metode yang tepat dalam menangani citra

kualitas buruk dan kurangnya pencahayaan. Juga yang paling penting, gambargambar berkualitas buruk harus dihapus dari database karena hanya gambar mata kualitas harus ditangkap dan disimpan dalam suatu sistem yang diterapkan pada saat akuisisi oleh pengguna.

Menurut (Nurchahyo et al., 2020) hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Persentase rata-rata akurasi hasil dari pengujian metode transformasi hough dan SVM adalah 31% dan 56%.
- b. Dengan menguji data uji sebanyak 52 citra pada kedua metode dengan hasil nilai rata-rata recall dengan nilai 1 dengan rata-rata nilai presisi 0,2 dan 0,11.
- c. Kurangnya data latih dalam pengenalan karakter sangat mempengaruhi hasil dari metode SVM.