BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Kacamata kesehatan umumnya dilengkapi dengan lensa yang dirancang untuk mengatur cahaya yang masuk, kemudian memfokuskan cahaya tersebut ke satu titik sebelum diteruskan ke mata melalui pupil. Bagi penderita gangguan refraksi, penyesuaian posisi lensa dengan posisi pupil sangat penting. Posisi OC pada kacamata harus tepat di depan pupil karena cahaya yang melewati OC akan menjalar lurus tanpa dibiaskan, memungkinkan cahaya masuk dengan baik ke mata. Jika cahaya tidak melewati OC, akan terjadi pembiasan yang mengganggu penglihatan.Maka dari itu pengukuran Pupil Distance (PD) menjadu hal penting dalam pembuatan kacamata untuk menyelaraskan titik pusat pupil dengan *Optical Center* (OC) pada lensa agar nyaman digunakan.

Penelitian ini didukung oleh berbagai teori yang memastikan sistem berfungsi sesuai dengan perencanaan. Berikut adalah beberapa teori pendukung yang digunakan.

2.1 Mata

Mata merupakan salah satu organ penting yang dimiliki oleh manusia,karena dengan menggunakan organ mata manusia dapat melaksanakan berbagai kegiatan.Melalui mata manusia dapat menyimpan berbagai informasi dalam kehidupan nya [22]. Manusia bisa mendapatkan informasi tentang kehidupan nya dengan baik apabila organ mata yang dimilikinya dalam keadaan sehat. Dengan mata yang sehat maka manusia berkesempatan lebih luas untuk memperoleh informasi dengan baik [23]. Mata memiliki beberapa bagian penting yang

membantu mata dapat berfungsi dengan baik dan dapat menyerap informasi yang nantinya akan di alirkan ke otak melalui saraf saraf yang terhubung ke mata [10]. Namun, mata merupakan salah satu organ yang senitif terkena gangguan penglihatan salah satunya gangguan refraksi. Gangguan refraksi terjadi akibat Berkas bayangan objek yang di lihat oleh mata tidak jatuh tepat pada bagian retina [8].

Apabila mata terkena gangguan maka diperlukan nya alat bantu agar perlukan agar mata dapat berfungsi dengan baik. Alat bantu tersebut adalah kacamata. Kacamata dilengkapi oleh lensa yang akan mengatur masuknya sinar cahaya kemudian difokuskan pada satu titik dan diarahkan ke mata melalui pupil [3]. Dalam penggunaan nya kacamata perlu disesuaikan agar nyaman ketika digunakan. Kacamata akan nyaman di gunakan apabila sinar masuk tepat pada OC (*Optical Center*) yang nantinya akan dilanjutkan ke organ mata melalui pupil mata. Untuk memperoleh hasil penglihatan yang optimal,maka penempatan OC perlu ditempatkan tepat di depan pupil pengguna kacamata.Maka dari itu penting adanya pengukuran *Pupil Distance* agar penempatan OC pada mata kiri dan mata kanan tepat ada di depan pupil,Dengan cara itu maka manusia yang mendapatkan gangguan pada matanya akan merasa nyaman ketika menggunakan kacamata [3, 9].

2.2 Pupil Distance (PD)

Pupil Distance (PD) atau jarak antar pupil adalah jarak antara pusat pupil kedua mata, diukur dalam milimeter (mm). PD sangat penting dalam pemasangan kacamata resep karena memastikan bahwa pusat optik lensa kacamata sejajar dengan pusat pupil pengguna, yang memberikan kenyamanan visual dan kejernihan

optimal [24]. Pengukuran PD digunakan untuk menentukan posisi titik fokus lensa kacamata agar sesuai dengan anatomi mata pengguna. Jarak antara pupil mata kanan dan kiri biasanya berkisar antara 58-70 mm, tergantung pada masing-masing individu. Pengukuran ini penting untuk kenyamanan pengguna kacamata, baik untuk melihat jauh maupun dekat. Saat melihat jauh, mata melihat lurus ke depan, sedangkan saat melihat dekat, mata berkonvergensi ke satu titik. Jika PD tidak sesuai dengan titik fokus lensa, efek prisma dapat terjadi, menyebabkan pusing dan penglihatan kabur karena mata lelah [3].

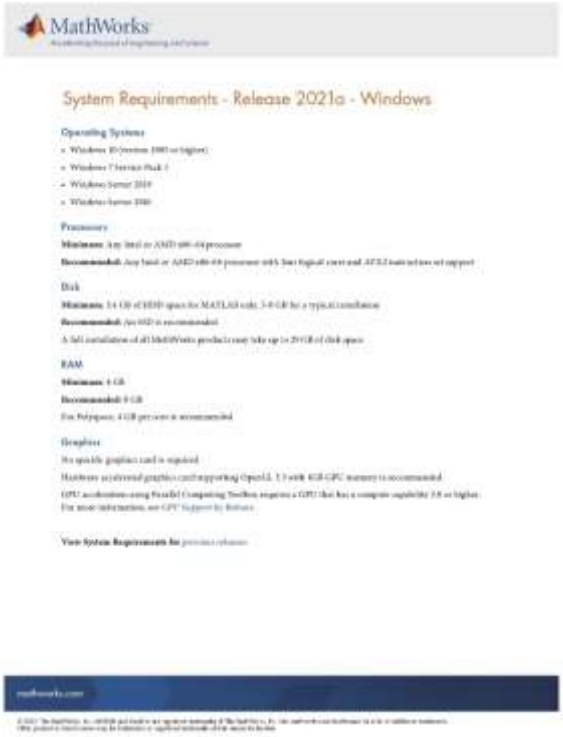
Gambar 2. 1 Ilustrasi pengukuran *Pupil Distance*

2.3 Matlab

Matlab adalah bahasa pemrograman level tinggi yang erat kaitannya dengan matematika dan komputasi. Matlab memudahkan penyelesaian berbagai permasalahan matematika dan komputasi teknis, termasuk analisis data, pengembangan algoritma, simulasi, pemodelan, dan visualisasi grafis. Matlab dapat digunakan untuk akuisisi citra digital, pengembangan algoritma, pemodelan, simulasi, dan pembuatan prototipe, yang semuanya berkaitan erat dengan komputasi [25].

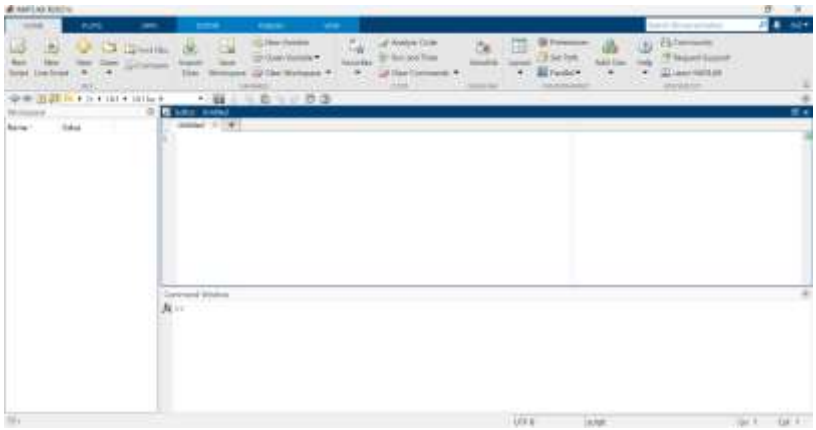
Gambar 2. 2 Logo matlab

MATLAB, singkatan dari Matrix Laboratory, adalah perangkat lunak yang menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi seperti C/C++ dan bahasa berbasis matriks untuk mengolah data komputasi numerik. MATLAB digunakan untuk analisis data, pengembangan algoritma, dan pembuatan simulasi [3].Pada penelitian ini menggunakan MATLAB 2021a. Beberapa fitur utamanya termasuk kontrol editor langsung yang memungkinkan penghubungan variabel dengan item drop-down dan slider, serta manajer eksperimen yang memudahkan pengkodean dalam pembelajaran mendalam dengan template dan loop pelatihan khusus. Simulink mempercepat simulasi dengan instruksi SIMD dan ko-simulasi multithreaded. Toolbox Pemrosesan Gambar mendukung pemrosesan gambar besar yang terlalu besar untuk dimuat dalam memori, dan Radar Toolbox menyediakan desain dan uji sistem radar multifungsi [26].



Gambar 2. 3 Spesifikasi matlab 2021a

MATLAB adalah bahasa pemrograman tertutup karena program yang dikompilasi hanya dapat dijalankan di perangkat dengan *software* MATLAB dari *MathWorks*. Namun, MATLAB menyediakan banyak tools dan library yang membantu pengguna menyelesaikan berbagai masalah, seperti membuat simulasi fungsi, pemodelan matematika, dan merancang GUI (*Graphical User Interface*).



Gambar 2. 4 Tampilan matlab 2021a

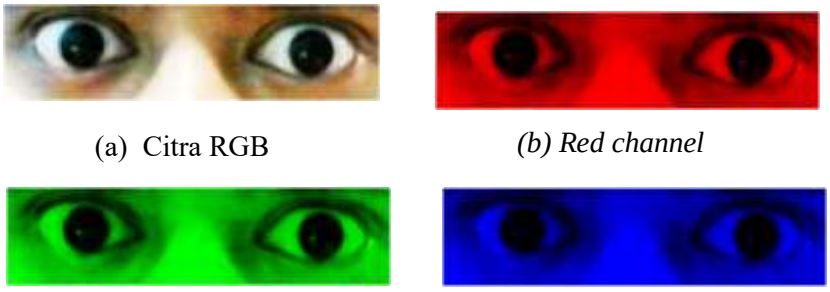
2.4 Pengolahan Citra

Citra adalah representasi visual dari objek di dunia nyata, yang melibatkan berbagai bidang seperti seni, penglihatan manusia, astronomi, dan teknik. Gambar ini terdiri dari kumpulan titik atau piksel berwarna yang membentuk citra dua dimensi [27]. Pengolahan citra digital adalah teknik untuk meningkatkan kualitas gambar agar lebih mudah diinterpretasikan oleh manusia atau komputer. Ini bisa diterapkan pada foto atau video [28] [29]. Citra digital adalah gambar 2D yang ditentukan oleh fungsi f(x,y), di mana x dan y adalah koordinat, dan f(x,y) adalah tingkat keabuan di titik tersebut. Citra digital disajikan dalam bentuk matriks, di mana baris dan kolom menunjukkan posisi titik, dan elemen matriks (piksel) menunjukkan tingkat keabuan pada titik tersebut [30].

Berdasarkan jenisnya citra digital dibagi menjadi tiga,yaitu :

1. Citra RGB

   Citra RGB terdiri dari tiga kanal warna merah (red), hijau (green), dan biru (blue). Setiap piksel memiliki nilai intensitas yang disimpan dalam 8 bit, memungkinkan 256 variasi warna (dari 0 hingga 255). Pada rentang ini, warna putih bernilai 255 dan warna hitam bernilai 0.



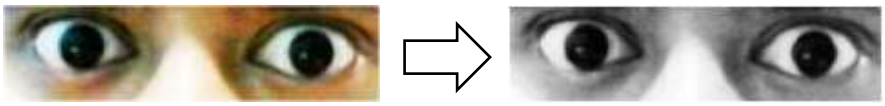
(a) Citra RGB *(b) Red channel*

(c) Green channel *(d) Blue channel*

Gambar 2. 5 Citra RGB

2. Citra Grayscale

Citra grayscale adalah gambar yang menggunakan berbagai tingkat warna abu-abu. Setiap piksel memiliki satu nilai intensitas, di mana komponen merah, hijau, dan biru memiliki intensitas yang sama. Citra grayscale lebih mudah diproses karena setiap piksel hanya memiliki satu nilai intensitas, berkisar antara 0 (hitam) hingga 255 (putih) .



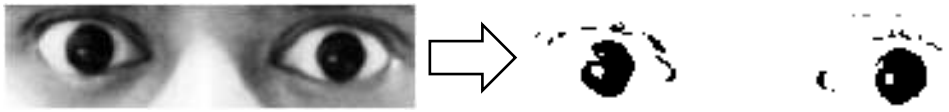
(a) Citra RGB (a) Citra *Grayscale*

Gambar 2. 6 Ilustrasi citra *Grayscale*

3. Citra biner

Citra biner adalah gambar digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai untuk setiap piksel. Kedua nilai tersebut adalah hitam dan putih .

Setiap piksel pada citra bernilai 0 untuk hitam dan 1 untuk putih.



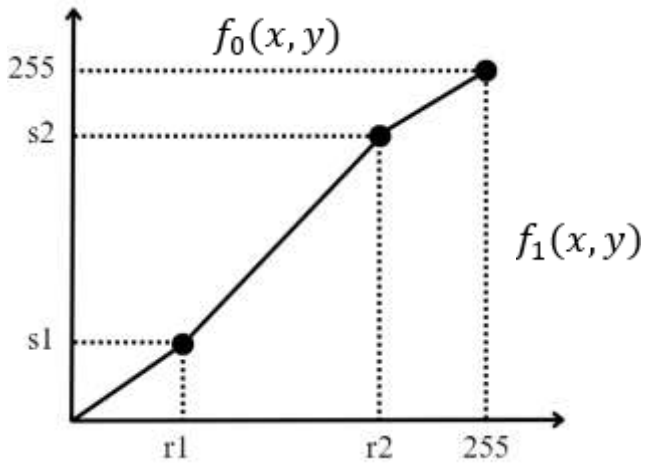
(a) Citra *Grayscale* (b) Citra biner

Gambar 2. 7 Ilustrasi citra biner

2.5 *Contrast Stretching*

Contrast Stretching adalah teknik dalam pengolahan citra yang berfungsi untuk memperbaiki kualitas gambar dengan meningkatkan kontras, sehingga

menghasilkan kontras yang lebih baik dibandingkan dengan citra asli. Proses *Contrast Stretching* ini bersifat *point processing* dimana proses perbaikan citra bergantung pada nilai intensitas (*gray level*) setiap piksel, tanpa dipengaruhi oleh piksel lain di sekitarnya.



Gambar 2. 8 Transformasi *Contrast stretching*

Pada Gambar 2.8 merupakan transformasi yang digunakan pada *Contrast Stretching* dimana $f_1(x,y)$ merupakan citra asli dan $f_0(x,y)$ merupakan citra dengan kontras yang lebih baik. Jika r1 = r2 dan s1 = s2, maka transformasi akan menghasilkan fungsi linier atau garis lurus sehingga tidak ada perubahan *gray level* pada citra yang dihasilkan. Secara umum, diasumsikan r1 ≤ r2 dan s1 ≤ s2, sehingga fungsi akan menghasilkan nilai tunggal yang selalu meningkat. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung transformasi pada *Contrast Stretching*.

- Untuk kondisi $0 \leq f1(x,y) \leq r1$, maka

$$f_0(x,y) = f1(x,y) \times \frac{s1}{r1} \quad (1)$$

- Untuk kondisi $r1 \leq f1(x,y) \leq r2$, maka

$$f_0(x,y) = s1 + (\, f1(x,y) - r1) \times \frac{s2-s1}{r2-r1} \qquad (2)$$

- Untuk kondisi $r2 \leq f1(x,y) \leq 255$, maka

$$f_0(x,y) = s1 + (\, f1(x,y) - r2) \times \frac{255-s2}{255-r2} \qquad (3)$$

2.6 Filter Median

Filter median adalah teknik pemrosesan citra yang menggantikan setiap nilai piksel dengan nilai median dari piksel-piksel tetangganya. Teknik ini efektif menghilangkan noise jenis "*salt and pepper*" tanpa mengaburkan detail penting dalam citra. Prosesnya melibatkan membaca nilai piksel beserta tetangganya, mengurutkan nilai-nilai tersebut, dan memilih nilai tengah dari urutan sebagai nilai baru piksel tersebut. Berbeda dengan filter rata-rata lokal yang cenderung mengaburkan batas-batas intensitas, filter median mempertahankan tepi objek, membuatnya lebih efektif dalam menjaga detail citra saat mengurangi *noise*.

2.7 *Adaptive Thresholding*

Adaptive thresholding adalah teknik untuk memisahkan objek dari latar belakang pada sebuah gambar dengan menyesuaikan batas intensitas cahaya secara lokal di setiap area gambar. Metode ini menentukan nilai batas berdasarkan rata-rata intensitas cahaya di sekitar setiap piksel. Dengan cara ini, nilai batas akan berubah-ubah di seluruh gambar sesuai dengan variasi pencahayaan lokal. Hasilnya, *adaptive thresholding* dapat menghasilkan gambar biner yang lebih akurat, di mana piksel dengan intensitas di bawah batas lokal menjadi putih, dan piksel dengan intensitas di atas batas lokal menjadi hitam.

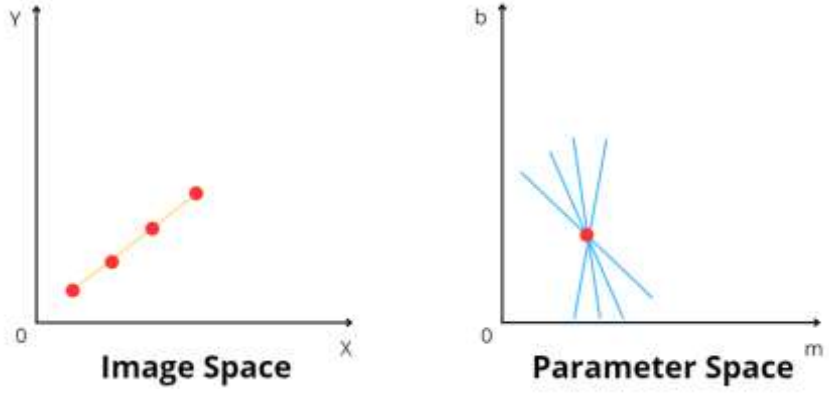
2.8 Operasi Morfologi Erosi

Operasi Morfologi Erosi adalah operasi yang berlawanan dengan dilasi, di mana jumlah piksel pada citra dikurangi dengan mengganti nilai setiap piksel dengan nilai minimum dari piksel-piksel tetangganya. Proses ini menyebabkan tepi objek pada citra menghilang. Erosi bekerja dengan memperkecil ukuran objek melalui pengikisan area di sekitarnya.

2.9 *Circular Hough Transform (CHT)*

Circular Hough Transform (CHT) merupaka suatu metode pengmbangan dari metode *Hough Transform*.Tujuan dari metode *Hough Transform* sendiri pada awalnya adalah untuk mendeteksi garis lurus pada suatu citra biner.Namun terus dikembangkan sehingga dapat mendeteksi bentuk lain salah satunya adalah lingkaran. Pada metode *Hough Transform* menggunakan sistem *voting* untuk menentukan suatu tepi merupakan bagian dari garis lurus yang terdeteksi.

Pada *Hough Transform* titik tepi yang berada pada *image space* akan berubah menjadi suatu garis lurus apabila di konversikan ke pada *parameter space* begitupun sebaliknya.



Gambar 2. 9 Proses konversi dari image space ke parameter space

Pada gambar 2.9 semakin banyak *voting* nya maka semakin banyak titik tepi yang melalui garis tersebut.Sehingga dengan banyaknya *voting* tersebut maka akan di anggap sebagai garis atau *line* yang terdeteksi pada metode *Hough Transform*.

Begitupun dengan *Circular Hough Transform* (CHT),sistem *voting* digunakan untuk mendeteksi lingkaran dengan persamaan dasar pada *Circular Hough Transform* (CHT) adalah sebagai berikut.

Persamaan dasar untuk CHT adalah :

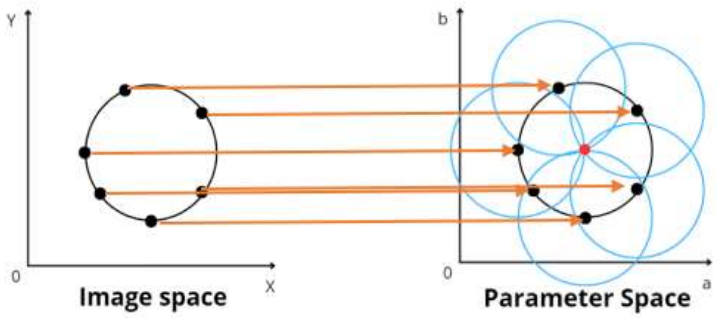
$$r^2 = (x_j - a)^2 - (y_j - b)^2 \quad (4)$$

Dimana:

r = radius atau jari jari lingkaran

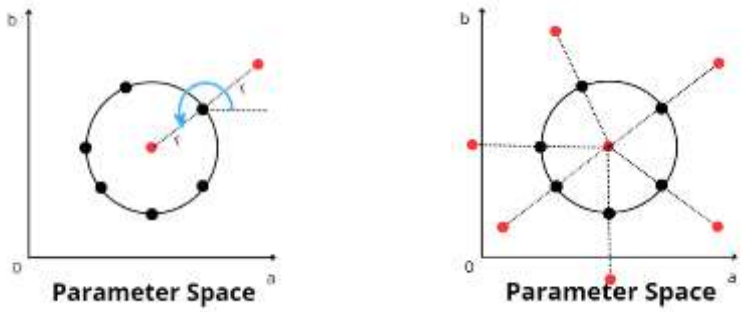
(x_j, y_j) = koordinat titik j dalam ruang 2D

(a, b) = Titik pusat lingkaran



Gambar 2. 10 Proses konversi dari image space ke parameter space pada CHT

Sama hal nya dengan *Hough Transform* tepi yang berada pada *image space* di konversikan ke pada *pameter space* akan menghasilkan *voting* yang membetuk lingkaran lingkaran dan memiliki titik potong. Dimana titik potong tersebut akan dianggap sebagai titik pusat lingkaran.



Gambar 2. 11 Proses persamaan parametrik

Berdasarkan proses sebelumnya di hasilkan persamaan parametrik pada *Cilular Hough Transform* (CHT) yaitu :

$$x = a + r\cos\theta \tag{5}$$

$$y = b + r\sin\theta \tag{6}$$

Ketika algoritma dijalankan, setiap titik (x, y) pada lingkaran dengan jari-jari tertentu di gambar asli bisa menentukan lingkaran berpusat di (x, y) pada ruang parameter. Seperti yang ditunjukan pada gambar 2.11, jika semua lingkaran di ruang parameter berpotongan di satu titik, maka titik potong itu adalah pusat lingkaran aslinya.

2.10 *Euclidean Distance*

Euclidean Distance adalah perhitungan jarak antara dua titik dalam *Euclidean* Space. *Euclidean Distance* dalam pengolahan citra digunakan untuk mengukur

jarak antar piksel dengan piksel yang lain di daerah *Euclidean* , berikut adalah persamaan dasar *Euclidean Distance* dalam pengolahan citra digital :

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (7)$$

Dimana :

d = jarak *Euclidean* antara dua titik.

(x_1, y_1) = koordinat dari titik pertama.

(x_2, y_2) = koordinat dari titik kedua.

Hasil pengukuran *Euclidean Distance* dalam pengolahan citra menghasilkan jarak dengan satuan piksel. Sehingga perlu dikonverikan menjadi milimeter sebagai satuan umum dari pengukuran *Pupil Distance* .

2.11 Mengkonversi Satuan Piksel Ke Milimeter

Dalam melakukan konversi piksel ke milimeter pelu dilakukan perhitungan nilai piksel untuk mendapatkan nilai kalibrasi yang dibutuhkan untuk melakukan konversi dari piksel ke milimeter. Perhitungan menggunakan nilai piksel dapat dilakukan dengan menghitung jarak terluar atau terjuh antar piksel seuatu Objek gambar. Selanjutnya adalah menghitung nilai kalibrasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$kalibrasi = \frac{hasil\ jumlah\ pixel\ (px)}{hasil\ jumlah(milimeter)} \quad (8)$$

$$1\ mm = x\ pixel$$